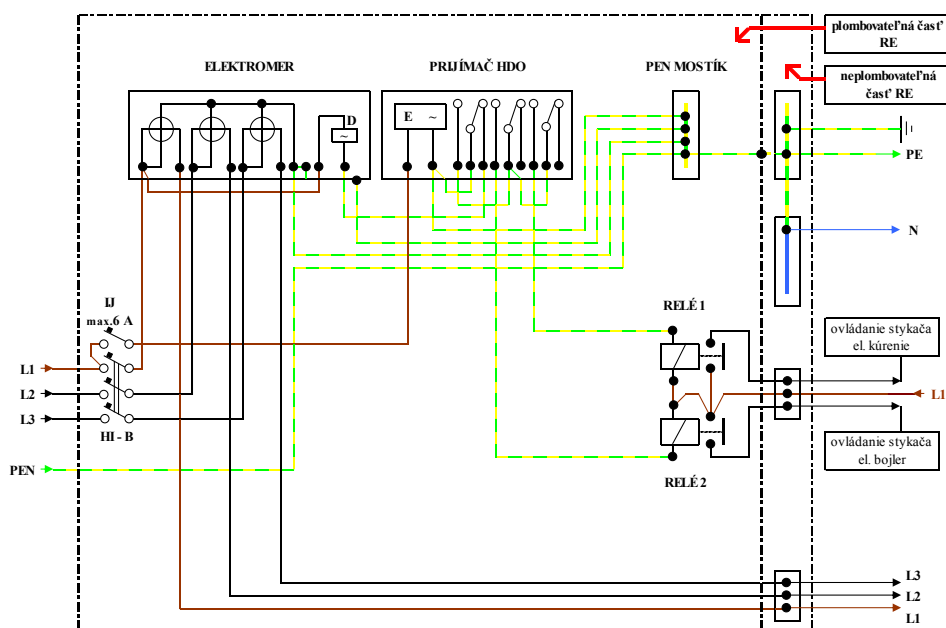


ROZVOD ELEKTRICKEJ ENERGIE



Marek Roch, Marek Höger

ROZVOD ELEKTRICKEJ ENERGIE

Žilinská univerzita v Žiline, Elektrotechnická fakulta
2014

Tieto skriptá sú určené na podporu výučby predmetu Rozvod elektrickej energie, predovšetkým pre poslucháčov bakalárskeho štúdia v študijnom programe Elektrotechnika na Elektrotechnickej fakulte Žilinskej univerzity v Žiline a príbuzných odborov. Môžu tiež poslúžiť pre základnú orientáciu v danej problematike pre pracovníkov z elektrotechnickej praxe a každému, kto má záujem bližšie spoznať podstatu rozvodu elektrickej energie. Tieto skriptá sú zostavené zo všeobecne známych dokumentov ktoré sú tu citované a doplnené o praktické skúsenosti.

Budeme vďační všetkým používateľom týchto skrípt za ich pripomienky a názory.

Autori

ROZVOD ELEKTRICKEJ ENERGIE

Vedecký redaktor prof. Ing. Juraj Altus, PhD.

Recenzenti: doc. Ing. Peter Braciník, PhD.
Ing. Viliam Kopecký, PhD.

© Ing. Marek Roch, PhD., Ing. Marek Höger, PhD.

ISBN 978-80-89072-67-5

OBSAH

Predslov	5
1. Elektrické siete	7
1.1. Rozvodné siete	9
1.2. Vodiče	15
1.2.1. Farebné značenie holých vodičov	16
1.3. Káble	17
1.3.1. Druhy káblov a ich konštrukcia	17
1.3.2. Káblové súbory a príslušenstvo	18
1.3.3. Konštrukcia a označovanie vodičov a káblov	20
1.3.4. Oznamovacie vodiče a káble	28
1.3.5. Dovoľené prúdové zaťaženie vodičov a káblov	28
1.3.6. Úložný materiál pre vnútorný rozvod nízkeho napätia	30
2. Ochrana pred zásahom elektrickým prúdom	31
2.1. Ochranné opatrenia	34
2.2. Základná ochrana	36
2.2.1. Základná izolácia živých častí	36
2.2.2. Zábrany alebo kryty	36
2.2.3. Prekážky a umiestnenie mimo dosahu	39
2.2.4. Obmedzenie napätia	40
2.2.5. Obmedzenie ustáleného dotykového prúdu a náboja	41
2.3. Ochrana pri poruche	43
2.3.1. Ochranný vodič	43
2.3.2. Samočinné odpojenie napájania pri poruche	45
2.3.3. Ochrana samočinným odpojením napájania v systéme TN	45
2.3.4. Ochrana samočinným odpojením napájania v systéme TT	48
2.3.5. Ochrana samočinným odpojením napájania v systéme IT	49
2.3.6. Ochranné uzemnenie a ochranné pospájanie	51
2.3.7. Elektrické oddelenie pri napájaní jedného spotrebiča	53
2.3.8. Ochrana malým napätím SELV a PELV	54
2.3.9. Dvojité alebo zosilnená izolácia	57
2.3.10. Nevodivé okolie	58
2.3.11. Neuzemnené miestne pospájanie	59
2.3.12. Elektrické oddelenie pri napájaní viac ako jedného spotrebiča	60

2.4.	Doplňková ochrana.....	61
2.4.1.	Doplňková ochrana prúdovými chráničmi	61
2.4.2.	Doplňková izolácia	67
2.4.3.	Napäťový chránič	68
2.5.	Voľba a stupňovanie ochrán neživých častí elektrických zariadení do 1000 V	69
3.	Rozvod elektrickej energie v objektoch budov	71
3.1.	Elektrická prípojka	71
3.2.	Hlavné elektrické rozvody v objektoch	76
3.2.1.	Hlavné domové vedenie	78
3.2.2.	Odbočky od HDV k elektromerovým rozvodniciam.....	79
3.2.3.	Zapojenie elektromerov.....	80
3.2.4.	Rozvody za elektromerom.....	84
3.3.	Elektrické rozvody v bytoch, domoch	84
3.3.1.	Dimenzovanie elektrickej inštalácie	86
3.3.2.	Istenie elektrických inštalácií proti nadprúdom a skratom	88
3.3.3.	Svetelné obvody	95
3.3.4.	Zásuvkové obvody.....	97
3.3.5.	Pohyblivé privody (predlžovacie a šnúrové vedenia).....	98
3.3.6.	Elektrické inštalácie v umývacích priestoroch	100
3.3.7.	Úbytok napätia v bytových domoch	104
3.3.8.	Zóny ukladania vedení v bytoch.....	105
3.3.9.	Technologické inštalácie	106
3.3.10.	Montáž elektrických zariadení do horľavých látok	107
3.3.11.	Požiar na bezpečnosť elektrických inštalácií.....	110
4.	Projektová dokumentácia	112
4.1.	Činnosti od spoločenskej potreby po kolaudáciu stavby	112
4.1.1.	Prípravná fáza (stavebný zámer)	112
4.1.2.	Projektová fáza (projekt pre stavebné konanie).....	114
4.1.3.	Realizačná fáza	117
4.1.4.	Východisková revízia elektrickej inštalácie	117
4.1.5.	Schémy v elektrických inštaláciách.....	118
	Príloha č. 1 Prehľad písmenového značenia funkčných jednotiek	123
	Príloha č. 2 Značky pre pôdorysné situačné schémy	125
	Zoznam použitej literatúry.....	143
	Zoznam odporúčanej literatúry.....	143

PREDSLOV

Vplyvom veľmi zlej hospodárskej situácie v medzivojnovom období postupovala elektrifikácia miest a obcí na Slovensku veľmi pomalým tempom. Podľa údajov bolo k roku 1922 elektrifikovaných iba 167 miest a obcí. Ku koncu roku 1939 dosiahol stupeň elektrifikácie obcí na Slovensku 27 %. Po skončení 2. svetovej vojny (r. 1946) bolo 40,2 % obcí na Slovensku elektrifikovaných.

Celková spotreba el. energie sa v roku 1940 na Slovensku vyšplhala na 509 tis. MWh pri maxime 137 MW. Čo je merná spotreba na jedného obyvateľa 143,8 kWh/rok. V prvých povojnových rokoch, počas rekonštrukcie vojnových škôd nastal v spotrebe elektriny útlm. Avšak následkom rozsiahleho programu rozvoja priemyslu už v roku 1950 bola celková spotreba Slovenska cca 1 mil. MWh.

Dynamický nárast spotreby elektriny veľkoodberateľov pokračoval až do 60. rokov, kedy sa rozvoj priemyslu orientoval na závody spracovateľského priemyslu, čo znížilo medziročné prírastky spotreby elektriny veľkoodberateľov.

Spotreba elektriny u maloodberateľov dynamicky narastala súbežne s dokončovaním plošnej elektrifikácie územia Slovenska a zahájením sídliskovej výstavby bytov. Až do roku 1975 sa v maloodbere prejavoval medziročný rast spotreby cca 10 %.

Celková spotreba elektriny Slovenska v roku 2000 bola 28204 GWh, z čoho bol veľkoodber 13584 GWh, maloodber 7523 GWh, merná spotreba elektriny na 1 obyvateľa bola 5,221 kWh/rok.

Celková výroba elektrickej energie na Slovensku v roku 1945 bola približne 310 GWh, z čoho 169 GWh bolo vyrobených v Slovenských elektrárnach (SE), nár. podnik a 141 GWh v priemyselných elektrárnach. Napriek výstavbe výrobných kapacít na Slovensku však pretrvávala nevyrovnaná bilancia ES Slovenska, čo bolo riešené presunmi elektrickej energie z Čiech a dovozmi zo zahraničia. Až budovaním významných výrobní (Vojany 1, Vojany 2) sa výroba elektrickej energie na Slovensku výrazne zvýšila.

Celková výroba elektrickej energie na Slovensku v roku 2000 bola 30877 GWh, z čoho bolo vyrobených 26257 GWh vo výrobníach SE, a.s.

V počiatkoch elektrifikácie boli elektrárenské zariadenia budované a prevádzkované v jednotlivých lokalitách vzájomne medzi sebou neprepojené. Takéto malé izolovane pracujúce elektrické siete postupom času požiadavky kvality a spoľahlivosti dodávky elektrickej energie odberateľom nespĺňali. Z týchto dôvodov prevádzkovatelia malých izolovaných sietí hľadali a využívali všetky možnosti prepojenia so susednými oblasťami. Tým sa ale zvyšovali nároky na riadenie prevádzky rozširujúcich sa sietí a spolupracujúcich elektrární. V počiatkoch takúto prevádzku sietí zabezpečovali a riadili v rozsahu podľa

dohodnutých pravidiel pracovníci elektrární a rozvodní. Po vytvorení Slovenských elektrární sa rozvíjalo prepojovanie sietí a výrobní nielen vedeniami vnútri ale aj vedeniami 110 kV. Nárast spotreby elektrickej energie predstihol rast zdrojov a ukázala sa potreba riešiť túto situáciu administratívnymi opatreniami (odberové diagramy, dohodnuté objemy energie), ako aj prostriedkami operatívneho riadenia elektrizačnej sústavy. Preto bola v polovici roka 1946 v Energetických závodoch Slovenska Bratislava zriadená pohotovostná služba zabezpečujúca zber informácií o prevádzke elektrizačnej sústavy. Komplikovaná situácia v zabezpečovaní zásobovania elektrickou energiou, a to najmä v zime 1947 – 1948 viedla k tomu, že sa už vykonávali pohotovostné služby v dvoch zmenách a od jarých mesiacov roku 1948 v nepretržitej trojzmennej službe. V pomerne krátkom čase prešla táto služba na riaditeľstvo SE, čím sa na Slovensku položili základy dispečerského riadenia.

Hospodársky a spoločenský rozvoj ľudskej spoločnosti sa vždy spájal s energetickými zdrojmi, závisel od nich. Počas tisícročí ľudstvo uspokojovalo svoje energetické potreby prevažne obnoviteľnými zdrojmi energie, hlavne vodnou energiou a spaľovaním dreva alebo sušených rastlinných a živočíšnych odpadov. Tieto energetické zdroje dodnes prevládajú v technicky nerozvinutých regiónoch sveta. Až technické objavy v 19. storočí umožnili v mnohých krajinách nástup industrializácie v nadväznosti na začiatky využívania fosílnych palív (uhlie, ropa, plyn). V ďalšej etape technického pokroku v 20. storočí sa fosílna palivá stali aj prvotnými energetickými zdrojmi na výrobu elektrickej energie. Prudký rozvoj technického pokroku vo väčšej časti sveta, akcelerovaný dvoma svetovými vojnami, energeticky zabezpečovali – okrem malého podielu vodnej energie – najmä zdroje na fosílna palivá. Svetoví prognostici už v polovici 20. storočia upozorňovali, že ich obmedzený výskyt a neustále rastúca spotreba nebudú môcť dlhodobo pokrývať energetické nároky stupňujúceho sa technického pokroku. Už v tom období vznikli dve možnosti riešenia problému: ísť ľahšou cestou zvyšovania výroby energie z fosílnych palív a súčasne sa zamerať na hľadanie nových veľkých zdrojov energie, alebo zamerať vedeckú činnosť na znižovanie energetickej náročnosti výrobných odvetví, na racionalizáciu a úspory v spotrebe energií a zdokonaľovanie technológií spojených s využívaním obnoviteľných zdrojov.

Na základe uvedených skutočností možno povedať, že rozvod elektrickej energie tvorí neoddeliteľnú časť v reťazci výroba – rozvod – spotreba a teda aj na zvyšovaní životnej úrovne obyvateľstva ako aj rozvoji priemyslu.

Pre rozvod elektrickej energie existuje množstvo noriem a nariadení, ktoré je nutné dodržať, aby sa zabezpečila bezpečnosť a prevádzka elektrických zariadení.

1. ELEKTRICKÉ SIETE

Elektrizačná sústava zahŕňa výrobu, rozvod a využitie elektrickej energie. Do sústavy teda patria generátory v elektrárňach, rozvodný systém a spotrebiče elektrickej energie. Do rozvodného systému patria všetky zariadenia medzi výrobňami a spotrebičmi t. j. všetky vedenia, rozvodne a rozvádzače, transformačné a meniace stanice so všetkými meracími, kontrolnými, spínacími, regulačnými a ochrannými zariadeniami.

Elektrická sieť je tvorená sústavou obvodov slúžiacich na napájanie elektrických zariadení, ktoré sú napájané z toho istého zdroja. Sieť nie je napájaná len prvotným zdrojom - nová sieť vzniká napríklad za transformátorom ak je spoľahlivo oddelený izolačnou bariérou od napájacej sústavy. Siete môžu byť vytvorené pre všetky napäťové pásma.

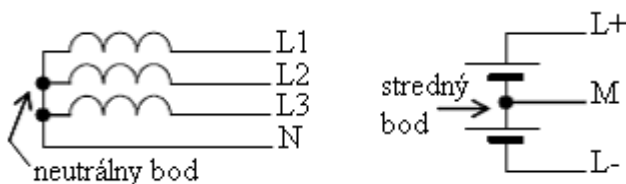
Je potrebné, aby každý elektrotechnik podrobne poznal štruktúru jednotlivých rozvodných sietí a to preto, lebo použitie konkrétnej ochrany pred úrazom elektrickým prúdom závisí aj od toho k akému typu primárnej rozvodnej siete je konkrétne elektrické zariadenie pripojené.

Pri rozvodných sieťach sa musia určiť nasledujúce charakteristické vlastnosti:

- druhy sietí podľa pracovných vodičov,
- druhy sietí podľa spôsobu uzemnenia.

Niektoré body sietí:

- uzemnenie elektrickej siete – funkčné a ochranné uzemnenie bodu alebo bodov elektrickej siete,
- stredný bod – spoločný bod medzi dvoma symetricky umiestnenými prvkami obvodu; opačné konce týchto prvkov sú pripojené k rozdielnym krajným vodičom toho istého obvodu,
- neutrálny bod – spoločný bod viacfázovej siete spojenej do hviezdy, alebo uzemnený stredný bod jednofázovej siete,



Obr. 1.1. Príklad zapojenia bodov siete

- neutrálny vodič (označenie N) – vodič elektricky spojený s neutrálnym bodom schopný prispieť k distribúcii elektrickej energie (angl.: N – neutral conductor – vodič spojený s neutrálnym bodom),
- stredný vodič – vodič elektricky spojený so stredným bodom schopný prispieť k distribúcii elektrickej energie,
- krajný vodič – fázový vodič (v striedavých sieťach) alebo pól (v jednosmerných sieťach),
- ochranný vodič (označenie: PE) – vodič slúžiaci na zaistenie bezpečnosti, napríklad na ochranu pred úrazom elektrickým prúdom (angl.: PE – protective conductor – ochranný vodič),
- vodič na ochranné uzemnenie – ochranný vodič zabezpečujúci ochranné uzemnenie,
- vodič PEN – vodič zlučujúci funkcie vodiča na ochranné uzemnenie a neutrálneho vodiča (v striedavej sieti),
- vodič PEM – vodič zlučujúci funkcie vodiča na ochranné uzemnenie a stredného vodiča (v jednosmernej sieti),
- vodič PEL – vodič zlučujúci funkcie vodiča na ochranné uzemnenie a krajného vodiča,
- elektrické zariadenie – akékoľvek zariadenie, ktoré sa používa na výrobu, premenu, prenos, distribúciu alebo využitie elektrickej energie, ako sú stroje, transformátory, prístroje, meracie prístroje, ochranné prístroje, zariadenia pre elektrické rozvody, spotrebiče,
- spotrebič – zariadenie určené na premenu elektrickej energie na inú formu energie, napríklad svetlo, teplo, pohybovú energiu.



Obr. 1.2. Symboly pre označovanie vodičov sietí

1.1. Rozvodné siete

Označovanie rozvodných sietí sa v medzinárodnom poňatí robí veľkými písmenami, ktoré majú tento význam:

prvé písmeno – vyjadruje vzťah k zdroju - siete a uzemnenia

- T terre (franc.) – bezprostredné uzemnenie neutrálneho bodu (uzlu) transformátora,
- I insulation (angl.) – izolovanie všetkých fázových vodičov voči zemi alebo ich spojenie so zemou cez veľkú impedanciu.

druhé písmeno – vyjadruje vzťah k spotrebiču – neživých častí v rozvode a uzemnenia

- T terre (franc.) – priame spojenie (uzemnenie) elektrického spotrebiča so zemou nezávisle na uzemnení akéhokoľvek bodu siete,
- N neutral (angl.), neutre (franc.) – bezprostredné spojenie neživých častí spotrebiča s uzemneným neutrálnym bodom (uzlom) siete ochranným vodičom.

tretie písmeno(á) – vyjadruje usporiadanie neutrálnych a ochranných vodičov

- C combined (angl.), combiné (franc.) – kombinácia funkcie neutrálneho vodiča s ochranným vodičom,
- S separated (angl.), séparé (franc.) – oddelenie funkcie neutrálneho vodiča od ochranného vodiča.

Názvy rozvodných sietí

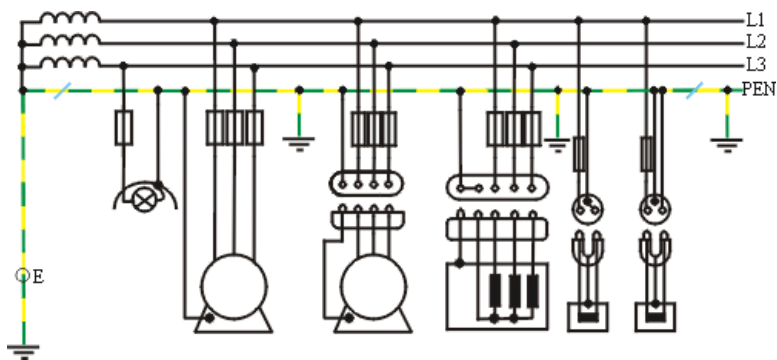
- **TN** elektrická rozvodná sieť s uzemneným bodom zdroja. Neživé časti elektrických spotrebičov sú s týmto bodom spojené,
- **TN-C** sieť TN, v ktorej funkcia neutrálneho a ochranného vodiča sú v celej sieti zlúčené do jedného vodiča (PEN),
- **TN-S** sieť TN, v ktorej ochranný (PE) a neutrálny (N) vodič sú dva samostatné vodiče,
- **TN-C-S** sieť TN, v ktorej v prvej časti sa nachádza kombinovaný vodič (PEN) a v druhej časti je ochranný a neutrálny vodič oddelený a vedený samostatne,
- **IT** sieť má všetky živé časti izolované od zeme, alebo jeden bod spojený so zemou, spojený cez impedanciu. Neživé časti elektrických spotrebičov sú spojené so zemou jednotlivo alebo skupinovo.
- **TT** elektrická rozvodná sieť, v ktorej uzol zdroja je bezprostredne uzemnený a neživé vodivé časti elektrického chráneného zariadenia sú spojené s uzemňovačmi elektricky nezávisle od uzemňovačov siete.

Zapojenie rozvodných sietí:

Siete TN majú jeden bod priamo uzemnený, neživé časti elektrických zariadení sú spojené s týmto bodom prostredníctvom ochranných vodičov. Podľa usporiadania neutrálnych a ochranných vodičov sa rozlišujú tieto tri druhy sietí TN.

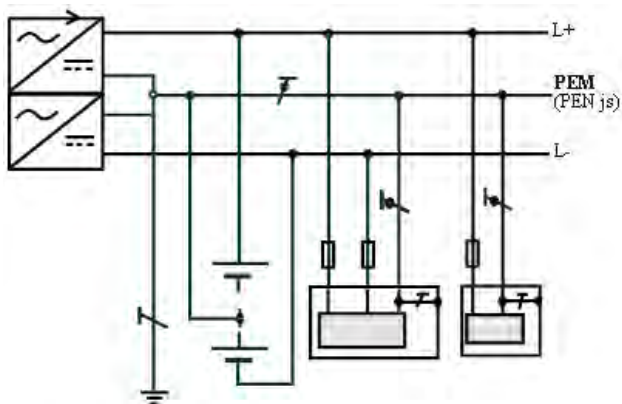
TN-C

V sieti TN-C sú funkcie ochranného a neutrálneho vodiča v celej sieti zlúčené do jedného vodiča PEN.



Obr. 1.3. Zapojenie striedavej elektrickej siete typu TN-C

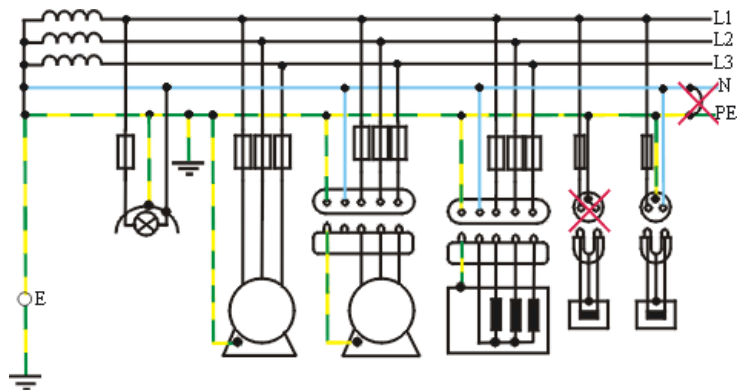
Funkcie ochranného vodiča a uzemneného krajného vodiča v celej sieti sú zlúčené do jedného vodiča PEM (PENjs)



Obr. 1.4. Zapojenie jednosmernej elektrickej siete typu TN-C

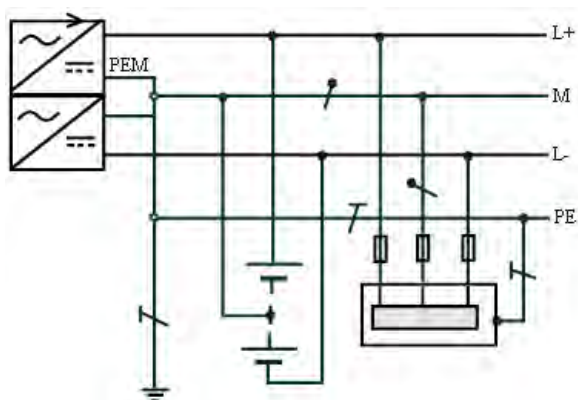
TN-S

V celej sieti TN-S sa používa oddelene vedený ochranný vodič PE (oddelené vodič PE a oddelené vodič N).



Obr. 1.5. Zapojenie striedavej elektrickej siete typu TN-S

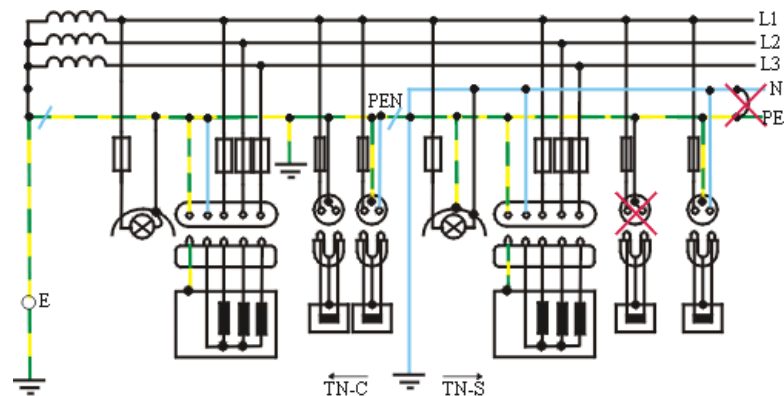
Ochranný vodič PE sa v celej sieti vedie oddelene od uzemneného stredného vodiča M.



Obr. 1.6. Zapojenie jednosmernej elektrickej siete typu TN-S

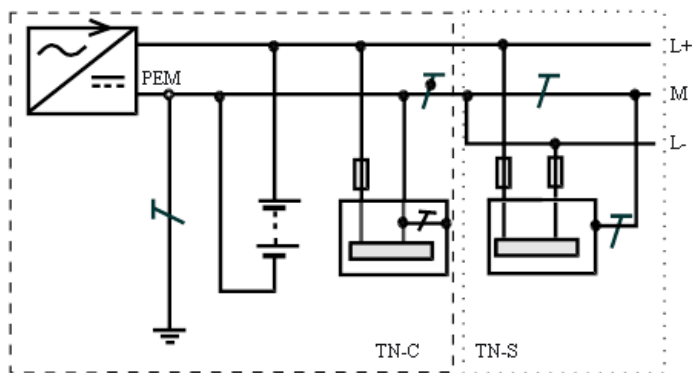
TN-C-S

V sieti TN-C-S funkcie neutrálneho a ochranného vodiča sú v časti siete zlúčené do jedného vodiča PEN (na obr. 1.7 je to ľavá časť – táto časť je sieťou TN-C). Po rozdelení vodiča PEN na vodiče PE a N (pravá časť obrázku), vzniká sieť TN-S.



Obr. 1.7. Zapojenie striedavej elektrickej siete typu TN-C-S

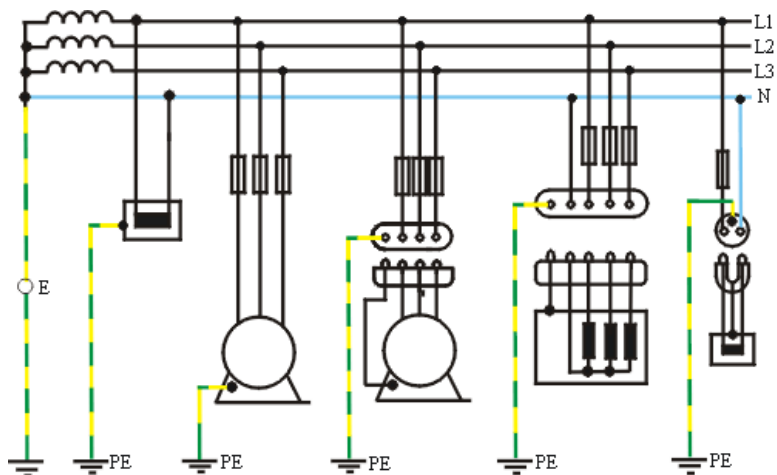
Funkcie ochranného vodiča a uzemneného krajného vodiča (na obr. L-) sú v prvej časti (na obr. 1.8 vľavo) zlúčené do jediného vodiča PEM (PENjs), táto časť je sieťou TN-C. Po rozdelení (na obr. 1.8 vpravo) je samostatne vedený ochranný vodič PE a samostatne krajný vodič (na obr. L-), táto časť je sieťou TN-S.



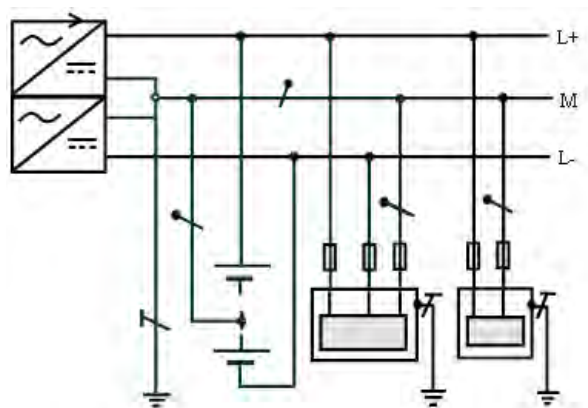
Obr. 1.8. Zapojenie jednosmernej elektrickej siete typu TN-C-S

TT

Sieť TT má jeden bod priamo uzemnený. Neživé časti elektrickej inštalácie sú v tejto sieti spojené s uzemňovačmi elektricky nezávisle od uzemňovačov siete.



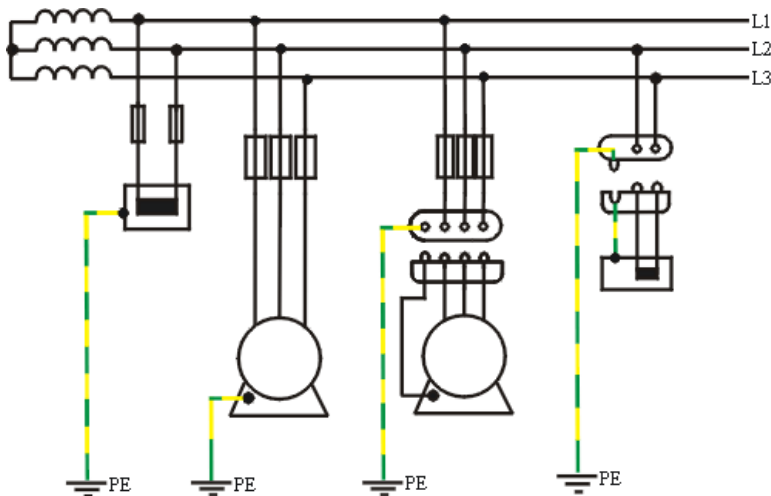
Obr. 1.9. Zapojenie striedavej elektrickej siete typu TT



Obr. 1.10. Zapojenie jednosmernej elektrickej siete typu TT

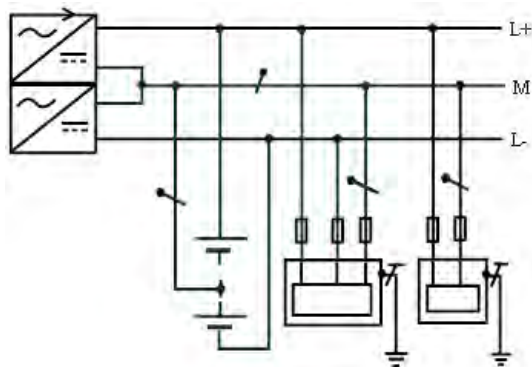
IT

Sieť môže byť izolovaná od zeme. Neutrálny vodič N je vyvedený, alebo nie je vyvedený. V sieťach IT sa dôrazne odporúča, aby stredný vodič nebol vyvedený.



Obr. 1.11. Zapojenie striedavej elektrickej siete typu IT

Sieť IT má všetky živé časti izolované od zeme. Neživé časti elektrickej inštalácie sú spojené so zemou individuálne alebo skupinovo.



Obr. 1.12. Zapojenie jednosmernej elektrickej siete typu IT

1.2. Vodiče

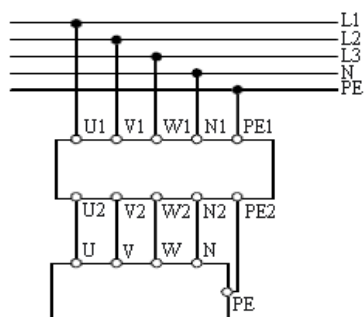
Vodiče a svorky elektrických zariadení sa označujú podľa tab. 1.1. Ak má elektrické zariadenie viac skupín rovnakých prvkov, tieto skupiny sa odlišia číslom umiestneným pred písmenovým označením. Ak má elektrické zariadenie dve skupiny fázových svoriek, potom svorky prvej fázy prvej skupiny sa označia 1U1-1U2 a druhej skupiny 2U1-2U2. Poznávacou farbou izolovaného vodiča sa vždy rozumie farba poslednej vrstvy izolácie. Poznávacia farba musí byť vyznačená po celej dĺžke vodiča a trvanlivým spôsobom. Pre krajný vodič sú farby čierna, hnedá a sivá rovnocenné, ak je možnosť výberu, má prednosť čierna farba. Šnúry a ohybné káble majú farebné označenie trochu odlišné.

Ak sú vodiče PEN izolované, musia sa označiť kombináciou zelenej a žltej farby po celej dĺžke a svetlomodrou farbou na koncoch.

Písmenové označenie pre jednosmerné prvky sa volí z prvej polovice latinskej abecedy, pre striedavé prvky z druhej polovice. Vodiče tej istej fázy vedené k rôznym spotrebičom sa rozlišujú číslícovým označením, ktoré sa kladie pred písmenové označenie, napr. 3L3 je vodič tretej fázy k tretiemu spotrebiču. Ak sa niektorý z vodičov rozvodnej sústavy používa zároveň ako vodič zvláštneho druhu (ochranný, uzemňovací), označí sa tento vodič a príslušné svorky ako vodič a svorky zvláštneho druhu.

Tab. 1.1. Porovnanie staršieho a súčasného označenia svoriek zariadení a vybraných vodičov

Staršie označenie			Súčasný označenie			
Určenie prípojov vodičov	Označenie svoriek a vodičov	Vybraný vodič	Vybraný vodič	Určenie vodičov a prípojov vodičov	Označenie svoriek vodičov	Farba izolácie
Vodiče striedavej napájacej sústavy			Vodiče striedavej sústavy			
L1	U	1. fáza	1. krajný vodič	L1	U	čierna
L2	V	2. fáza	2. krajný vodič	L2	V	hnedá
L3	W	3. fáza	3. krajný vodič	L3	W	sivá
N	N	stredný vodič	ochranný vodič neutrálny vodič	PE N	PE N	zeleno-žltá sv. modrá
Vodiče jednosmernej napájacej sústavy			Vodiče jednosmernej sústavy			
L+	C	kladný pól	kladný	L+	+ alebo C	červená
L-	D	záporný pól	záporný	L-	- alebo D	modrá
M	M	stredný vodič	stredný vodič	M	M	sv. modrá
PE	PE	ochranný vodič	ochranný vodič	PE	PE	zeleno-žltá
E	E	uzemňovací vodič	vodič PEM	PEM	PEM	zeleno-žltá
TE	TE	vodič bezšumovej zeme	vodič PEL vodič na funkčné uzemnenie	PEL FE	PEL FE	zeleno-žltá zeleno-žltá



Obr. 1.13. Příklad označení jednotlivých vodičů

1.2.1. Farebné značenie holých vodičov

Holé vodiče vonkajších vzdušných vedení sa obvykle farebne neznačia. Vo vnútorných rozvodoch vrátane prípojníc a zberníc rozvodných zariadení sa vodiče označujú farbami podľa tabuľky. Značenie nenahrádza povrchovú úpravu vodičov alebo ich ochranu pred vplyvmi prostredia. Použitá farba sa nemôže považovať za izoláciu v zmysle ochrany pred úrazom elektrickým prúdom. Pri striedavej sústave sa na rozlíšenie jednotlivých fáz môže použiť doplnkové značenie úzkymi čiernymi priečnymi pruhmi v počte podľa čísla fázy. Okrem farieb možno na rozlíšenie používať tiež farebné bandáže, pásy, návleky či štítky.

Tab. 1.2. Farebné značenie holých vodičov

Sústava	V o d i č		Farebné označenie
	Označenie	Druh	
=	L+	kladný pól	tmavo červená
	L–	záporný pól	tmavomodrá
	M	stredný pól	svetlomodrá
~	L1	1. krajný vodič	oranžová
	L2	2. krajný vodič	oranžová
	L3	3. krajný vodič	oranžová
	N	neutrálny vodič	svetlomodrá
	PE	ochranný vodič	zeleno-žltá
	PEN	vodič PEN	zeleno-žltá

1.3. Káble

Káble sa používajú na prenos elektrickej energie vo vonkajších i vnútorných priestoroch. Rozdeľujeme ich podľa materiálu jadra, počtu žíl, prierezu žíl jadra, menovitého napätia, materiálu izolácie jadier a plášťa. Káble môžeme rozlišovať aj podľa funkcie na silnoprúdové, oznamovacie, návestné, meracie a pod.

1.3.1. Druhy káblov a ich konštrukcia

Materiál jadier káblov

Na jadrá sa používa meď ECu 99,9 s rezistivitou $r = 0,0176 \text{ W}\cdot\text{mm}^2\cdot\text{m}^{-1}$ alebo hliník EAl 99,5 s rezistivitou $r = 0,0286 \text{ W}\cdot\text{mm}^2\cdot\text{m}^{-1}$. Žily do prierezu 16 mm^2 sa vyrábajú z plného materiálu s kruhovým profilom a od prierezu 25 mm^2 sa vyrábajú z plného materiálu s kruhovým alebo sektorovým profilom alebo ako laná. Káble sa vyrábajú ako jednožilové alebo viacžilové. Počet žíl závisí od prúdovej sústavy, od funkcie kábla i od prierezu kábla. Jednožilové káble sa používajú na jednosmerný prenos, alebo na trojfázový prenos v napäťových sústavách vn a vyššie. Viacžilové káble sa vyrábajú len do prierezu 240 mm^2 .

Káble sa vyrábajú pre menovité napätia: 0,75; 1; 6; 10; 22; 35; 110; 220 a 400 kV.

Menovitý rad prierezov je: 1 – 1,5 – 2,5 – 4 – 6 – 10 – 16 – 25 – 35 – 50 – 70 – 95 – 120 – 150 – 185 – 240 – 300 – 400 – 500 – 800 mm^2 .

Káble pre vvn, zvn a uvn

Pre veľmi vysoké napätia sa používajú tlakové káble olejové (0,1 až 2,5 MPa) alebo plynové (1,4 MPa). Sú to chladiace média, ktoré prúdia v kábli. Ako plyn sa používa dusík alebo SF₆. Zväčšovanie prenášaného výkonu možno dosiahnuť zvyšovaním napätia alebo prúdu. Zvyšovanie napätia je podmienené elektrickou pevnosťou použitých izolačných materiálov. Zväčšovanie prúdovej hustoty má za následok straty $\Delta P = R \cdot I^2$, ktoré spôsobujú ohrev kábla. Ďalšie zväčšenie prenášaného výkonu je možno dosiahnuť zmenšením činného odporu vodiča využitím kryogénnej techniky a použitím hypervodivých a supravodivých káblov. Hypervodivosť sa dosahuje použitím chladiacich látok s nízkou teplotou varu, napr. kvapalného dusíka, hélia alebo vodíka. Straty takýchto káblov sú cca 15-krát menšie ako pri bežných kábloch s prevádzkovou teplotou 80 °C.

Niektoré prímorské štáty riešia napájanie svojich ostrovov podmorskými káblami.

1.3.2. Káblové súbory a príslušenstvo

Káblové súbory sa používajú na spájanie, odbočovanie, ukončovanie, alebo rozvetkovanie žíl káblov. Podľa toho rozlišujeme aj rôzne druhy káblových súborov: spojky, koncovky, odbočnice a pod.

Káblové súbory môžu byť vyhotovené ako liatinové (klasické), z liatych živíc a zmršťovacie. Úlohou všetkých káblových súborov je zabrániť vniknutiu vody.

Liatinové káblové súbory sú vyrobené z liatiny. Zalievacie hmoty pri týchto súboroch sú vyrobené na báze asfaltu. Zalievacie hmoty je potrebné pred používaním rozohriať. Preto je potrebné dodržiavať bezpečnostné predpisy aby nedošlo k popáleniu. V súčasnosti sú klasické káblové súbory nahradzované.

Káblové súbory z liatych živíc sú v podstate na báze dvojzložkových látok ako sú napr. epoxy, enprosín alebo dentanoxyl. Jednou zložkou je živica a druhou tužidlo. Zmes tuhne pri teplote 20 °C približne 24 hodín. Po vytvrdení je možno formičku odstrániť.

Pri zmršťovacích káblových súboroch sa na urobený spoj navlečie teplom zmršťovacia látka a pôsobením tepla (plynového horáka) sa rovnomerne od stredu k okrajom ohrieva čím sa zmršťuje a spojované miesto sa tesne uzatvorí.

Kladenie káblov

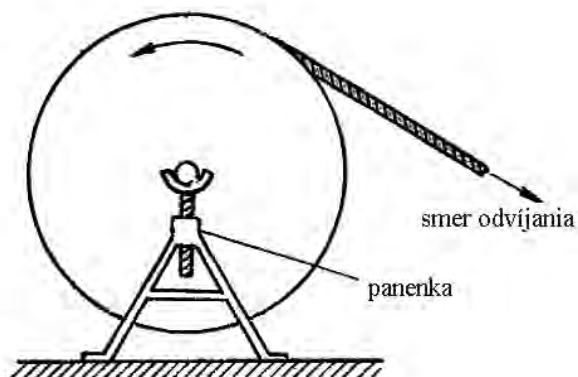
Káble môžeme klást':

- do zeme,
- na stenu pomocou príchytiek,
- do rúr alebo tvaroviek,
- pomocou nosného lana (závesný kábel),
- do káblových kanálov,
- na tzv. energomosty.

Pred začatím odvíjania z bubna odmeriame hodnotu izolačného odporu medzi jednotlivými žilami, čím zistíme či nie je kábel elektricky prerazený. Najnižšia teplota okolia, pri ktorej je dovolené klást' káble je +4 °C. Ak je nevyhnutné položiť kábel pri nižšej teplote, je potrebné najprv kábel zohriať (napr. umiestnením bubna s káblom vo vykurovanom priestore).

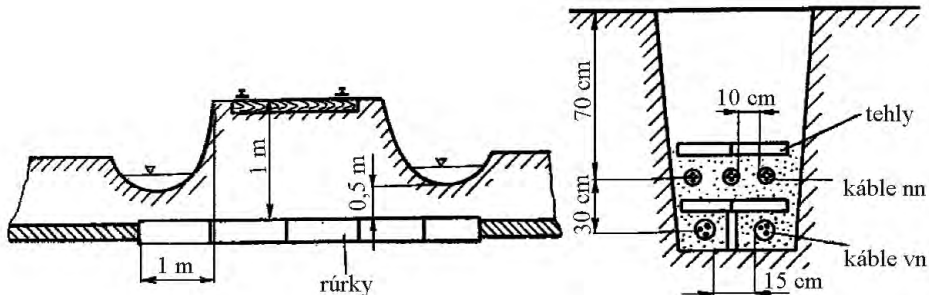
Polomer ohybu káblov je 10 až 20 násobok priemeru kábla. Závisí to od priemeru i konštrukcie kábla. Čím má kábel menší priemer, tým menší môže byť polomer ohybu.

Kábel sa vkladá do vopred vykopanej ryhy, na spodku ktorého sa nachádza približne 10 cm vrstva jemného piesku. Kábel sa odvíja z bubna podľa obrázku 7.4. Bubon musí byť z bezpečnostných dôvodov brzdený.



Obr. 1.14. Umiestnenie káblového bubna pri odvíjaní

Kábel pri odvíjaní sa neťahá, ale nesie v určitých rozstupoch, aby nebol namáhaný na ťah ani drenie izolácie po zemi. Po uložení kábla do ryhy, sa kábel zasype rovnakou vrstvou piesku, na ktorú umiestnime červenú výstražnú fóliu. Kábel sa ukladá do hĺbky 70 cm v teréne, 50 cm pod chodníkom a 120 cm pod krajinou cesty. Pod železnicou i cestou sa ukladajú káble do spevňujúcich rúrok. Ak rúrky pozostávajú z väčšieho počtu kusov, podkladajú sa betónovou platnou.



Obr. 1.15. Umiestnenie kábla pod železnicou a v zemi pri rôznych úrovniach napätia

Káble možno ukladať aj do káblových kanálov. Sú priechodné – 180 cm vysoké, prielezné – menej ako 180 cm vysoké a zhora prístupné – 50 cm hlboké. Káble sa v káblových kanáloch ukladajú na káblové lavičky. Káblové kanály musia byť odvodnené.

1.3.3. Konštrukcia a označovanie vodičov a káblov

Musíme poznať starší (tradičný) zaužívaný systém pre jeho veľkú rozšírenosť a súčasnú používanosť, ale aj nový európsky systém, ktorý sa už tiež používa a postupne sa u nás udomáčkuje.

Vodič vytvára presne učenú dráhu pre elektrický prúd

Izolácia zabezpečuje, aby prúd tiekol práve danou dráhou

Žila jadro + izolácia

Menovité prierezy jadier (mm^2):

0,35 - 0,5 - 0,75 - 1 - 1,5 - 2,5 - 4 - 6 - 10 - 16 - 25 - 35 - 50 - 70 - 95 - 120 - 150 - 185 - 210 - 240 - 300 - 400 - 500 - 625 - 800 - 1000.

Vo vnútorných inštaláciách sa používajú prierezy jadier: 1,5 - 2,5 - 4 - 6 mm^2 .

Pre prípojku a HDV sa používajú prierezy jadier: 16 - 25 ... 95 mm^2 .

V inštaláciách sa používajú vodiče (káble) s hliníkovým jadrom Al alebo s medeným jadrom Cu. Z porovnania prúdových zaťažiteľností vyplýva, že medzi prierezmi Al a Cu vodičov je približne rozdiel jedného stupňa v rade menovitých prierezov, napr. namiesto Al 2,5 mm^2 možno použiť Cu 1,5 mm^2 .

Vo vnútorných inštaláciách sa dnes už hliníkové vodiče nepoužívajú, nakoľko spôsobujú množstvo problémov.

Tradičný systém označovania vodičov a káblov

HOLÉ VODIČE

AlFe:

Sú to hliníkové vodiče (laná) s oceľovou dušou; hliník – dobré elektrické vlastnosti (vodivosť), oceľ – dobré mechanické vlastnosti (pevnosť). Číslo za značkou vyjadruje pomer hliníka a ocele, napr. AlFe 6 je pomer hliníka ku oceli 6:1. V inštaláciách sa používajú na vonkajšiu prípojku.

Pomery: 8:1 – 6:1 – 4:1 – 3:1

FeZn:

Sú to pozinkované železné; zinok – ochrana proti korózii, prechodový odpor je pri zemnení veľmi dôležitý, preto elektrické vlastnosti musia byť dobré a navyše časovo stále. Používajú sa laná, drôty, dosky a pod. na zemnenie a bleskozvodnú sústavu.

Príklady označenia:

kruhové: FeZn Ø10 kde číslo vyjadruje priemer drôtu
menovitý rad priemerov: Ø 10 - 8 - 6 (mm)

pásový: FeZn 30 x 4

vyrábané pásoviný: 10 x 1,5 - 20 x 3 - 30 x 4

mm

IZOLOVANÉ VODIČE

Patria sem pevné silové vodiče a silové šnúry.

príklad označenia:

AGYY 4Bx2,5

pozície:

A G Y Y 4B x 2,5
1 2 3 4 5 6 7

1. Materiál jadra	
A	hliník
C	meď

2. Materiál izolácie žily	
G	kaučukový vulkanizát (guma)
B	G + zvýšená tepelná odolnosť
S	vulkanizát zo silikónového kaučuku
Y	mäkčený PVC
M	mäkčený PVC, zvýšená odolnosť voči mrazu
Q	mäkčený PVC, zvýšená odolnosť voči teplote

3. Typ a konštrukcia kábla						
špeciálne vodiče	D	banský vodič		šnúry	H	plochá šnúra
	V	vlečný vodič			L	ľahká šnúra
	Z	zvárací vodič			S	stredná šnúra
	X	výťahový vodič			T	ťažká šnúra

3. Typ a konštrukcia kábla – podľa konštrukcie					
M	mostíkový vodič			Y	vodič s dvojitou izoláciou

4. Materiál izolácie plášťa					
B	zosilnená protikorózna ochrana			E	polyetylén
G	guma			F	kovové opletenie drôtom alebo páskou
M	mäkčený PVC so zvýšenou odolnosťou voči mrazu			O	opletenie zo skleneného hodvábu napustené silikónovým lakom
Y	mäkčený PVC			U	chlóprénový vulkanizát z kaučuku

5. Počet žíl vo vodiči – vyjadrený číslom

6. Farebný kód žíl

kód	vodiče	farby	typický príklad
A	F	čierna, hnedá, sivá	vypínače
B	F + PEN	čierny + zelenožltý	zásuvky a ďalšie 1f obvody v sústave TN-C
C	F + PE + N	čierny + modrý + zelenožltý	zásuvky a ďalšie 1f obvody v sústave TN-C-S
D	F + N	čierny + modrý	šnúry pre spotrebiče s dvojistou izoláciou

7. Prierez – vyjadrený číslom

Vybrané typy vodičov:

AY, CY vodiče majú medené, príp. hliníkové jadro, izolácia vodiča je z PVC

CQ vodič má zvýšenú tepelnú odolnosť

CYA, CQA vodiče majú rovnakú konštrukciu a vlastnosti ako vodiče CY a AY, len jadro je z mäkkého lanka

CYY, AYY (predtým CYKYL a AYKYL, mostíkový vodič) jednožilový vodič s dvojistou izoláciou sa používa na ukladanie do omietky, je vhodný na zaťahovanie do kovových rúrok a do dutín v stavebných konštrukciách. Má dve alebo tri žily s izoláciou z PVC. Ochranná alebo stredná žila je na kraji vodiča označená dvoma pozdĺžnymi výstupkami alebo farebným pásikom.

CYAY, AYAY majú dve až päť žíl opatrené s PVC izoláciou, ktoré sú stočené s výplňovým obalom a obalené valcovým plášťom z PVC

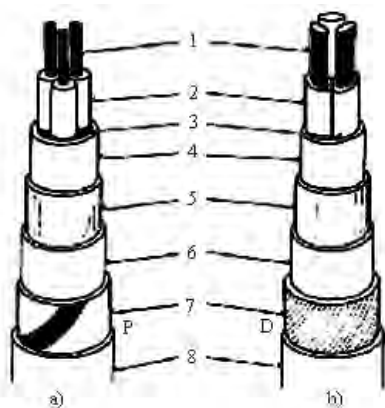
CYM, CYR ploché pásikové vodiče tvorené dvoma alebo troma medenými jadrami položené vedľa seba a opláštené PVC izoláciou. Vodič CYR má jadro z drôtikov s priemerom 0,3 mm.

CYH plochá šnúra s PVC izoláciou pre menovité napätie 230/230 V. Používa sa na privody spotrebičov, ktoré bývajú vystavené obyčajnému mechanickému namáhaniu. Nemajú sa kľásť na zem a nesmú ležať vo vode, ani tam kadiaľ sa chodí. Nie sú vhodné pre tepelné spotrebiče, pri ktorých hrozí riziko vzniku dotyku šnúry s ohriatym povrchom.

CYLY ľahká šnúra s PVC izoláciou a PVC plášťom pre menovité napätie 230/400 V. Má dve alebo tri medené jadrá. Dvojžilové šnúry majú žily uložené rovnobežne vedľa seba a celkový prierez je plochý. Trojžilové šnúry majú žily stočené a celkový prierez je kruhový. Používa sa na privody spotrebičov, ktoré bývajú vystavené obyčajnému mechanickému namáhaniu. Nemajú sa kľásť na zem a nesmú ležať vo vode, ani tam kadiaľ sa chodí. Nie sú vhodné pre tepelné spotrebiče, pri ktorých hrozí riziko vzniku dotyku šnúry s ohriatym povrchom.

CYSY	stredná šnúra s PVC izoláciou a PVC plášťom, určená pre menovité napätie 230/400 V.
CGLG	ľahká šnúra s gumovou izoláciou a gumovým plášťom vhodná pre menovité napätie 230/400 V. Má dve až päť medených jadier. Používa sa na privody spotrebičov, ktoré bývajú vystavené obvyčajnému mechanickému namáhaniu. Nemajú sa klásať na zem a nesmú ležať vo vode, ani tam kadiaľ sa chodí.
CGSG, CGSU	stredná šnúra s gumovou izoláciou má plášť z gumy, alebo z umelej gumy. Je určená pre menovité napätie 400/700 V.
CGTG, CGTU	ťažká šnúra s gumovou izoláciou má plášť z gumy, alebo chloroprénu. Ťažké šnúry sú určené pre väčšie mechanické namáhanie a môžu ležať na zemi aj vo vode.

KÁBLE.



Obr. 1.16. Príklad konštrukcie kábla

- a) s kruhovými jadrami a pásikovým pancierom,
- b) so sektorovými jadrami a drôtovým pancierom,
- 1. jadrá žíl (Al, Cu),
- 2. izolácia žíl,
- 3. výplň,
- 4. obvodová izolácia,
- 5. plášť,
- 6. vankúš,
- 7. pancier,
- 8. vlákňinový obal.

príklad označenia: 22-ANTOPV 3x150+70 STN3476 24
 pozície: 22 – A N T O P V 3 x 150 + 70 STN3476 24
 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11

1. Menovité napätie (kV)	
1	6 - 10 - 22 - 35

2. Materiál jadra	
A	hliník
C	meď

3. Materiál izolácie žily	
N	napustený papier, normálny impregnant
M	napustený papier, nestekavý impregnant
Y	mäkčený polyvinylchlorid
G	kaučukový vulkanizát
E	polyetylén
X	polyetylén zahustený
H	vulkanizát z etylénpropylénového kaučuku
B	vulkanizát z butylkaučuku

4. Konštrukcia	
T	(trojplášťový) ak majú jednotlivé žily kovový plášť a sú v spoločnom obale
R	ak majú jednotlivé žily kovové tienenie alebo kovový plášť a majú obal (nekovový) na každej žile
S	ak sú žily netienené, majú spoločné tienenie a nad tienením obal

4.-5. Materiál tienenia a plášťa (v poradí od stredu kábla)				
A	hliníkový plášť alebo tienenie		Q	zliatina olova (legované olovo)
C	medenné tienenie		Y	mäkčený polyvinylchlorid
O	olovo		U	vulkanizát z chlórpropénového kaučuku

6.-7. Materiál vankúša, panciera a obalu (v poradí od stredu kábla)				
V	vlákninový obal		D	pancier z oceľových drôtov
B	navíjaný protikorózný obal		Z	pancier v špeciálnom vyhotovení
Y	nalisovaný súvislý obal z PVC		L	závesné káble, nosný prvok je súčasťou jadra kábla
P	pancier z oceľových pásov		K	závesné káble, nosný prvok nie je súčasťou jadra kábla

8. Počet žíl vo vodiči – vyjadrený číslom

9. Prierez hlavných žíl – vyjadrený číslom v mm²

10. Prierez polžily – vyjadrený číslom v mm² (môže byť vynechané)

11. Číslo pridruženej normy

Príklady:

- 1-ANABV 3x150+70 triapolžilový kábel na 1 kV s hliníkovými jadrami, napustenou papierovou izoláciou, hliníkovým plášťom opatreným zosilnenou protikoróznou ochranou a vlákňinovým obalom
- 22-ANTOPV 3x185 trojžilový kábel na 22 kV s hliníkovými jadrami, napustenou papierovou izoláciou, žilami samostatne oplášťovanými olovom (trojplášťový), spoločným pancierom z oceľových pásov a vlákňinovým obalom
- 35-ANAY 1x240 jednožilový kábel pre 35 kV s hliníkovými jadrami, napustenou papierovou izoláciou a hliníkovým plášťom opatreným osobitnou protikoróznou ochranou
- 35-ANAY 3 (1x240) vedenie z troch jednožilových káblov na 35 kV s hliníkovými jadrami, napustenou papierovou izoláciou a hliníkovým plášťom opatreným osobitnou protikoróznou ochranou (označenie pre viacfázové vedenie)

Európsky systém označovania vodičov a káblov



1. Označovanie predpisu	
H	harmonizovaný predpis
A	uznávaný národný typ

2. Menovité napätie	
03	300/300 V
05	300/500 V
07	300/700 V

3. Materiál izolácie	
R	polyvinylchlorid
V	prírodný alebo syntetický kaučuk
S	silikónový kaučuk

4. Materiál plášťa	
R	polyvinylchlorid
V	prírodný alebo syntetický kaučuk
S	silikónový kaučuk
N	chloreprenový kaučuk
J	sklenné vlákno
T	textilné vlákno

5. Vlastnosti pre montáž	
H	ploché, rozdeliteľné vedenie
H2	ploché nerozdeliteľné vedenie

6. Druh vodiča	
U	jednodrôtový
R	viacdrôtový
K	z tenkých drôtov pre pevné uloženie
F	z tenkých drôtov pre pohyblivé uloženie
H	z jemných drôtov
Y	zlanený

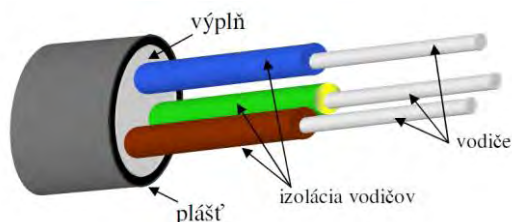
7. Počet žíl	
--------------	--

8. Ochranný vodič	
X	bez ochranného vodiča
G	s ochranným vodičom

Prierez vodiča v mm ²	
----------------------------------	--

pôvodné označenie podľa STN	nové európske značenie
CYH	H03VH-H
CYLY	H03VV-F
CYLY	H03VVH2-F, H03VV-F
CYSY	H05VV-F, A05VV-F, H05VVH2-F
CY	H07V-V, H07V-R, H07V-K, H05V-U
CYA	H05V-K
CQ	H05V2-U, H05V2-K, H07V2-U, H07V2-K
CGLG	H05RR-F
CGLO	H05RRT-F
CGSG, CGSU	H05RN-F, A05RN-F
CGSU do 6 mm ²	H07RN-F
CGTG od 10 mm ²	A07RN-F

Príklad konštrukcie a označovanie káblov



Obr. 1.17. Príklad konštrukcie kábla AYKY 3J×2,5

Označovanie káblov podľa staršieho, doposiaľ používaného systému je uvedené na obrázku - A = hliníkový vodič, Y = izolácia vodičov PVC, K = kábel, Y = izolácia kábla PVC, 3 = počet žíl v kábli, J = kombinácia žíl s ochranným vodičom PE, 2,5 = prierez jedného vodiča v mm².






















Podľa nového značenia by tento kábel mal nasledujúce označenie:

H05VV-A-U 3G2,5

H = kábel (vodič) zodpovedajúci harmonizovaným normám, 05 = použiteľné pre napätia 300/500 V, V = izolačný materiál (PVC), neuvedený symbol = kruhová konštrukcia káblu, A = hliníkový vodič, U = vodič z pevného materiálu okrúhleho tvaru, 3 = počet žíl v kábli, G = vyhotovenie kábla s ochranným vodičom, 2,5 = menovitý prierez jadra v mm².

PEVNÉ ULOŽENIE				
Staré značenie káblov STN 33 0165 Môžno sa používať len do 1.4.2006			V súčasnosti platné značenie káblov STN 34 7411 (HD 308 S2) Používa sa od 1.4.2006	
		PRÍKLAD:		PRÍKLAD:
2-žilové	A	● ●	CYKY 2Ax1,5	Nie je ekvivalent
	B	● ●	CYKY 2Bx1,5	Nie je ekvivalent
	D	● ●	CYKY 2Dx1,5	○ ● ● CYKY-O 2x1,5
3-žilové	A	● ● ●	CYKY 3Ax4	○ ● ● ● CYKY-O 3x4
	B	● ● ●	CYKY 3Bx4	Nie je ekvivalent
	C	● ● ●	CYKY 3Cx4	J ● ● ● CYKY-J 3x4
	D	● ● ●	CYKY 3Dx4	Nie je ekvivalent
4-žilové	B	● ● ● ●	CYKY 4Bx2,5	J ● ● ● ● CYKY-J 4x2,5
	C	● ● ● ●	CYKY 4Cx2,5	Nie je ekvivalent
	D	● ● ● ●	CYKY 4Dx2,5	○ ● ● ● ● CYKY-O 4x2,5
5-žilové	C	● ● ● ● ●	CYKY 5Cx4	J ● ● ● ● ● CYKY-J 5x4
	D	● ● ● ● ●	CYKY 5Dx4	○ ● ● ● ● ● CYKY-O 5x4
>5-žilové	C	● ● ● ● ● - ostatné žiarna	CYKY 19Cx1,5	J ● ● ● ● ● - ostatné žiarna CYKY-J 7x1,5
	D	● ● ● ● ● - ostatné žiarna	CYKY 19Dx1,5	○ ● ● ● ● ● - všetky žiarna CYKY-O 19x1,5

Obr. 1.18. Označovanie káblov pre pevné uloženie

POHYBLIVÉ ULOŽENIE				
Staré značenie káblov			V súčasnosti platné značenie káblov	
STN 33 0163 Môhlo sa používať len do 1.4.2006			STN 34 7411 (HD 308 S2) Používa sa od 1.4.2006	
PRIKLAD:			PRIKLAD:	
2-žilové	A		CGSG 2Ax1,5	Nie je ekvivalent
	B			
	D		CGLG 2Dx0,75	X  H05RR-F 2X0,75
3-žilové	A		CGSG 3Ax2,5	X  H07RN-F 3X1
	B			
	C		CGSG 3Cx1	G  H07RN-F 3G1,5
	D		CGSG 3Dx1	Nie je ekvivalent
4-žilové	B		CGSG 4Bx1,5	G  H07RN-F 4G4
	C		CGSG 4Cx1,5	Nie je ekvivalent
	D		CGSG 4Dx1,5	X  H07RN-F 4X4
5-žilové	C		CGSG 5Cx1,5	G  H07RN-F 5G2,5
	D		CGSG 5Dx1,5	X  H07RN-F 5X2,5
>5-žilové	C	 - ostatné čierne	CGSG 19Cx1,5	G  - ostatné čierne číslované H07RN-F 7G2,5
	D	 - ostatné čierne	CGSG 19Dx1,5	X  všetky čierne číslované H07RN-F 19X1,5

Obr. 1.19. Označovanie káblov pre pohyblivé uloženie

1.3.4. Oznamovacie vodiče a káble

Rozdeľujeme ich podľa frekvenčných oblastí, pre ktoré sú určené, na nízkočfrekvenčné (nf) a vysokočfrekvenčné (vf).

Nízkočfrekvenčné vodiče a káble majú široké využitie v oznamovacej technike na prenosu signálu, na prepojenie vnútorných častí oznamovacích prístrojov a zariadení. Podľa potreby sa používajú oznamovacie vodiče a káble tienené alebo netienené. Tienenie zabraňuje vyžarovaniu signálu do priestoru, ale najmä chráni pred príjmom rušivých signálov.

Vysokočfrekvenčné vodiče a káble majú konštrukciu v dvoch základných prevedeniach: koaxiálne čiže súosé a symetrické čiže súmerné. Používajú sa pre prenos vf signálu, napr. pre televízne zvody, prenos dát a iné.

1.3.5. Dovoľené prúdové zaťaženie vodičov a káblov

Elektrický prúd pretekajúci vodičom spôsobuje vznik tepelnej energie, ktorý je príčinou otepľovania vodiča. Uvoľnené teplo je priamo úmerné druhej mocnine efektívneho prúdu vodičom, jeho odporu a času po ktorý prúd preteká. Teplo sa z vodiča odvádza do okolia a to predovšetkým vedením pri izolovaných vodičoch, prúdením a sálaním pri holých vodičoch. Keďže maximálna povrchová teplota vodiča je relatívne malá, je aj podiel tepla vyžiareného sálaním relatívne malý oproti prúdeniu a vedeniu. Výsledné oteplenie, tj. pracovná teplota vodiča, je v ustálenom stave daná rovnováhou tepla vznikajúceho vo vodiči priechodom prúdu a tepla z vodiča odvedeného popísanými spôsobmi.

Pre teplo vyvinuté vo vodiči môžeme napísať vzťah:

$$Q = I^2 \cdot R \cdot t,$$

teplo odvedené z vodiča je funkciou teploty vodiča, súčiniteľa prestupu tepla (zahrňujúceho tepelnú vodivosť okolia, súčiniteľ sálenia, súčiniteľ konvencie), prestupovej plochy, ktorou teplo prúdi z vodiča do okolia a času, teda

$$Q = f(\nu, \alpha, S, t),$$

v ustálených podmienkach je teplota ν konštantná a je daná rovnováhou oboch tepiel. Vo všeobecnosti je možné napísať rovnicu

$$\nu = f(I^2, \rho, \alpha, S),$$

kde je I efektívna hodnota pretekajúceho prúdu,
 ρ merný odpor vodiča,

α súčiniteľ prestupu tepla obsahujúci všetky spôsoby šírenia a je závislý na ďalších parametroch vrátane teploty,

S prierez vodiča, ktorý zahrňuje aj súčiniteľ tvaru ovplyvňujúci prestupovú plochu pre odvod tepla.

Veličinu, ktorú musíme pri návrhu prierezu vodiča zohľadniť, je predovšetkým dovolené oteplenie, resp. teplota vodiča, daná konštrukciou a použitými materiálmi vodiča a je pre dané vodiče stanovené výrobcom.

Uloženie vodiča, teplota okolia a jeho dovolená pracovná teplota potom udávajú súčiniteľ prestupu tepla.

Merný odpor vodiča je daný materiálom vodiča a tým je obvykle meď, hliník, popr. železo.

Výsledným hľadaným parametrom je potom prierez vodiča, ktorého určenie vychádza z vyššie uvedených princípov.

V praxi je tento systematický výpočet nahradený voľbou vhodného prierezu pomocou tabuliek, ktoré stanovujú pre predpokladané prúdy, uloženie a typ vodiča resp. kábla patričné prierezy. Týmto spôsobom však vyriešime iba jednu časť návrhu prierezu a to tú, ktorá je stanovená maximálnou dovolenou teplotou vodiča za normálnych podmienok pri prechode menovitého prúdu.

V ďalšom návrhu je nutné zohľadniť pôsobenie krátkodobých resp. dlhodobých nadprúdov, ktoré spôsobujú krátkodobé alebo dlhodobé oteplenie nad prevádzkové teploty. Tu je nutné pri návrhu zohľadniť navyše čas pôsobenia nadprúdov a dynamické deje pri otepľovaní teda predovšetkým akumuláciou tepla vo vodiči a v blízkom okolí. Pôsobením nadprúdov dochádza ku zvyšovaniu teploty nad prevádzkovú teplotu a maximálne oteplenie, teda kritická teplota je opäť stanovená výrobcom vodiča resp. kábla.

Posledným kritickým bodom pre dimenzovanie vodiča je skratový prúd. Ten obvykle pôsobí po relatívne krátku dobu a je niekoľkonásobkom menovitého prúdu. Prenos tepla do okolia preto môžeme prakticky zanedbať a môžeme počítať iba s akumuláciou tepla v hmote vodiča. Skratový prúd

nesmie spôsobiť svojim otepľovacím účinkom neprípustnú teplotu, ktorá by mala za následok prerušenie vodiča, poškodenie izolácie alebo vznietenie okolitého prostredia. Skratový prúd musí byť obmedzený vhodným istiacim prvkom na úroveň, ktorá zaisťuje maximálne prípustné účinky skratového prúdu pri pôsobení na vodič (vodiče) ktorým tento prúd preteká.

Okrem týchto najdôležitejších parametrov návrhu je nutné prihliadať aj k iným okolnostiam a účinkom pôsobenia pretekajúceho prúdu.

Podľa normy vychádzame pri určovaní prierezu vodiča a typu vodiča resp. kábla z všeobecných požiadaviek na vedenie. Kladieme pritom dôraz na to, aby vedenie:

- a) bolo dostatočne mechanicky pevné,
- b) bolo hospodárne,
- c) odolávalo účinkom skratových prúdov,
- d) nespôsobovalo neprípustné vysoké úbytky napätí,
- e) zaisťovalo správnu funkciu ochrany pred úrazom elektrickým prúdom,
- f) nadmerne sa neotepľovalo.

1.3.6. Úložný materiál pre vnútorný rozvod nízkeho napätia

Úložný materiál je základnou súčasťou každého elektrického rozvodu. Chráni elektrické vedenie pred mechanickým poškodením a inými nepriaznivými vplyvmi prostredia. Patria sem trubky, lišty a inštalačné krabice.

Z hľadiska mechanickej odolnosti sa úložný materiál delí na prevedenie ľahké a pancierové.

Trubky a lišty sú určené na uloženie izolovaných vodičov, ktoré sa do nich zaťahujú pomocou oceľového resp. plastového péra. Tento spôsob umožňuje ľahkú výmenu vodičov pri opravách a rekonštrukciách. Spôsob použitia je uvedený v norme Používanie elektroinštalačných trubiek a lišt. Táto norma platí pre voľbu druhu a veľkosti elektroinštalačných trubiek a lišt pre silové aj oznamovacie elektrické vedenia.

Do elektroinštalačných trubiek a lišt je možné zaťahovať silové vodiče vyrobené podľa normy za týchto podmienok:

Do izolačných trubiek a lišt alebo kovových trubiek a lišt s izolačnou vložkou skúšanou napätím aspoň 2 kV je možné pre vedenie malého a nízkeho napätia zaťahovať všetky druhy vodičov.

Do kovových trubiek a lišt bez izolačnej vložky je možné pre vedenie nízkeho napätia zaťahovať len vodiče skúšané napätím aspoň 4 kV.

V odôvodnených prípadoch je možné do elektroinštalačných trubiek a lišt zaťahovať silové aj oznamovacie káble alebo šnúry (napr. na dosiahnutie vyššieho stupňa ochrany kábla alebo šnúry pred vplyvmi prostredia).

Pri voľbe druhu vedenia a jeho prevedenie v nemalej miere rozhoduje aj prostredie v ktorom bude inštalované.

2. OCHRANA PRED ZÁSAHOM ELEKTRICKÝM PRÚDOM

Pri rozvode elektrickej energie je veľmi dôležité dbať na ochranu pred zásahom elektrickým prúdom. Účinky elektrického prúdu na ľudský organizmus môžu mať až fatálne následky.

Pri **jednosmernom prúde** má najväčší význam elektrolyza. V elektrolytoch je prenos elektrického prúdu uskutočnený pomocou iónov. V okolí kladného pólu sa hromadia prevažne kyslé látky a dochádza tu k odvodňovaniu, v blízkosti zápornej elektródy sa naopak hromadia zásadité látky a dochádza k nadúvaniu tkanív. Väčšie elektrochemické zmeny podráždia pohybové nervy a spôsobia kŕčovitú sťahnutie svalov. Pri veľkých prúdoch sa zastavuje životná činnosť buniek.

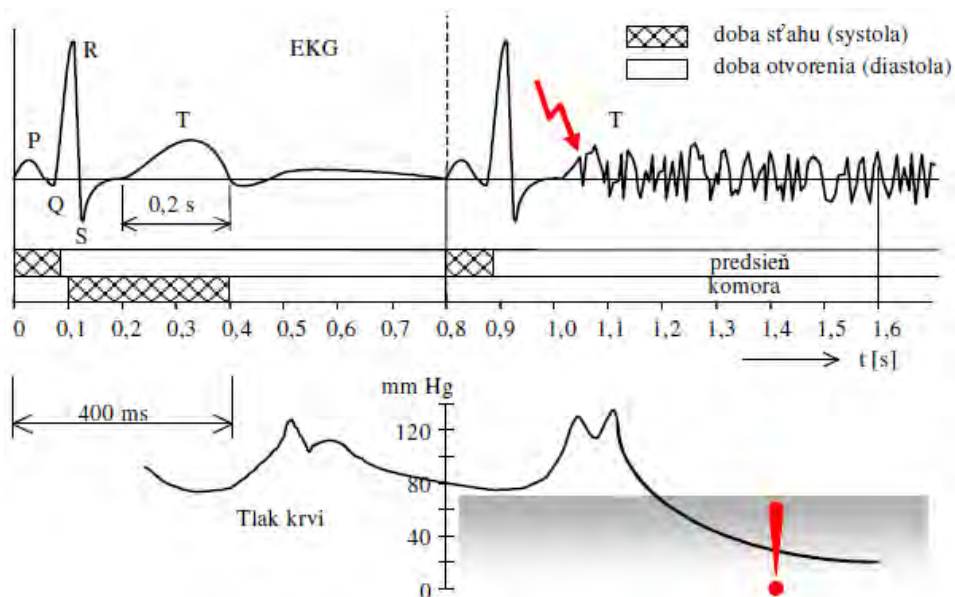
Jednosmerné prúdy do 3 mA nevyvolávajú obyčajne vôbec žiadny pocit. V rozmedzí (5 až 10 mA) dochádza ku svrbeniu a pocitu tepla. Pri 20 až 25 mA začína sťahovanie svalov na rukách. Dolná hranica prúdu vyvolávajúceho kŕče je asi 60 mA (šesťkrát väčšia ako pri striedavom prúde 50 Hz). Pri väčšom prúde dochádza k bolestivým kŕčom vo svaloch. Ak prechádza prúd hrudníkom, nastáva silný sťah bránice (nastáva sťažené dýchanie). Pri prúdoch 80 až 100 mA je dýchanie takmer znemožnené. Pri prechode prúdu hlavou dôjde k zlyhaniu k životu potrebných mozgových centier pre reguláciu srdcovej činnosti, dýchania, periférneho krvného obehu atď. a následne k úmrtiu.

Tepelný účinok jednosmerného prúdu je oproti jeho elektrolytickému pôsobeniu menej výrazný. Najviac sa zahrejú časti, kde je najväčšia hustota prúdu; napr. v dolnej časti končatiny nad členkom a pod.

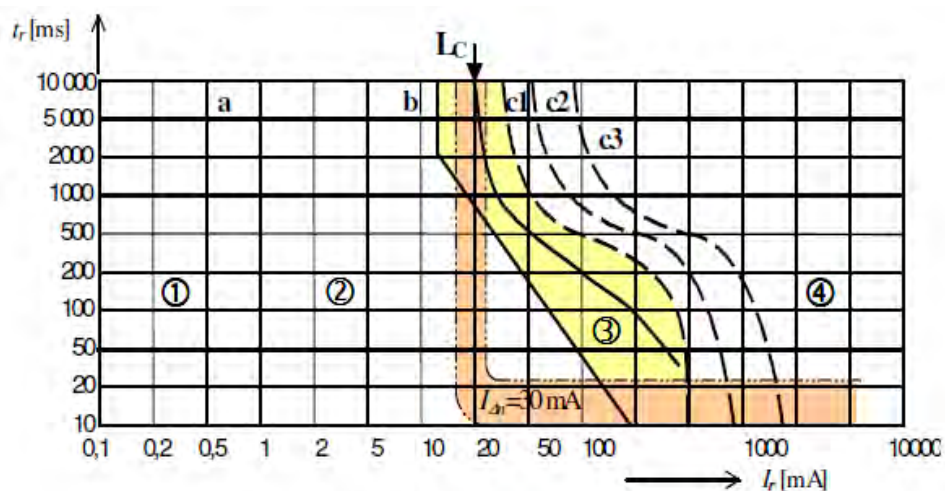
Z hľadiska pôsobenia **striedavého prúdu** na ľudský organizmus vyplýva, že čas pôsobenia elektrického prúdu pri zasiahnutí ľudského organizmu musí byť čo najkratší. Človeka je možné zachrániť len vtedy, pokiaľ nedôjde k trvalému zastaveniu činnosti srdca.

V každom pracovnom cykle srdca, ktorý trvá približne 0,8 s (72 úderov za minútu), sa nachádza vulnerabilná – zraniteľná fáza (T-vlna) trvajúca 0,2 s. V tejto fáze je srdce náchylné na vznik fibrilácie, t. j. na prerušenie pravidelného rytmu. Pravdepodobnosť vzniku fibrilácie srdca závisí od veľkosti telového prúdu (nad 20 mA) a od okamihu, v ktorom prúd začne pretekať telom.

Ak nežiaduce pôsobenie elektrického prúdu začína v oblasti citlivej časti činnosti srdca v T-vlne, pravdepodobnosť vzniku fibrilácie je vysoká. Ak nedôjde vonkajším zásahom k prerušeniu prúdu a k následnej defibrilácii srdca (vn defibrilátorom), zastaví sa krvný obeh a o niekoľko minút dochádza k nezvratným zmenám v ľudskom organizme, hlavne v mozgovom nervovom centre.



Obr. 2.1. EKG – činnosť srdca (priebeh fáz činnosti srdca pri zásahu elektrickým prúdom)



Obr. 2.2. Účinky striedavého prúdu pri frekvencii 50 Hz na človeka – medzné krivky

Vplyv prúdu je možné rozdeliť do zón, ktoré je možné ohraničiť **PRAHOM VNÍMANIA** elektrického prúdu, ktorý je spojený so znesiteľnými pocitmi (mravčenie, brnenie v svalstve) ovládanými ešte vôľou človeka. Sú to prúdy okolo (0,5 – 2) mA. Na obrázku sú vymedzené zónou 1 a ohraničené hodnotou 0,5 mA, pri ktorej nevznikajú v tkanive spontánne reakcie. Pri prúde okolo 10 mA dochádza ku kŕčom svalstva a postihnutá osoba má problémy sa sama vyslobodiť z prúdového okruhu (zóna 2, krivka b). Telové prúdy v tejto zóne spravidla nevyvolávajú žiadnu patofyziologickú zmenu. Zóna 3 predstavuje prechodovú oblasť, kde prúdy môžu vyvolať kŕče svalov, ktoré človek nedokáže ovládať a dochádza k ťažkostiam s dýchaním. Zóna 4 predstavuje trvalé poškodenie s následkami smrti.

HRANICU FIBRILÁCIE – elektrický prúd, ktorý nepriaznivo ovplyvňuje činnosť svalov nezávisle od ľudskej vôle aj srdca. Pri takomto telovom prúde zlyháva pravidelná srdcová činnosť a vznikajú fibrilácie. Čím je zásah elektrického prúdu kratší, tým väčší prúd človek znesie. Uvedené rozdelenie platí pre trvalú hodnotu telového prúdu. Krátkodobé zásahy môžu byť neškodné, i pri oveľa vyšších hodnotách, ale len vtedy, keď nezasiahnu vulnérabilnú fázu činnosti srdca.

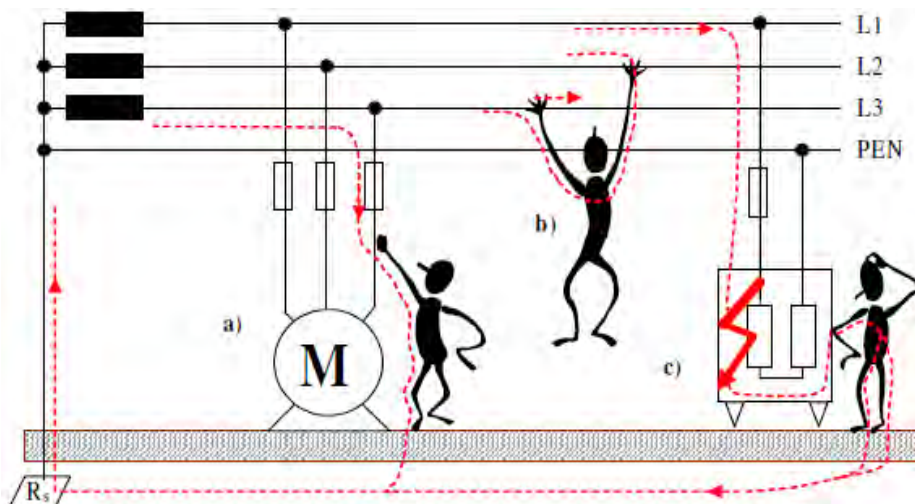
Pri využívaní elektronických zariadení (napr. rádiokomunikačných, telekomunikačných, výpočtovej techniky a pod.), ktoré na svoju činnosť využívajú elektromagnetické šírenie vln v pásme vĽ (60 – 300 MHz) a vVĽ (nad 300 MHz), je nutné uväzovať o ich nežiaducom vplyve na ľudský organizmus. Pri nadmerných dávkach elektromagnetického žiarenia nastáva v organizme rad zmien, ktoré môžu byť prechodného alebo trvalého charakteru. Podstatou biologických účinkov elektromagnetických vln je absorpcia značnej časti ich energie ožiarenými tkanivami.

2.1. Ochranné opatrenia

Norma [3] ustanovuje všetky základné požiadavky, ktoré je nutné rešpektovať pri zaisťovaní ochrany pred zásahom elektrickým prúdom, a to tak pri dotyku, ako aj pri priblížení sa k živým alebo neživým častiam elektrickej inštalácie. Ustanovenia normy sú určené na zaistenie bezpečnosti ľudí a hospodárskych zvierat proti nebezpečenstvu a škodám, ktoré môžu vzniknúť pri obvyklom používaní elektrických zariadení.

Logicky môže dochádzať napríklad vplyvom nesprávneho pracovného postupu, prípadne poruchou zariadenia k situáciám, keď sa vytvára možnosť úrazu elektrickým prúdom. Úraz elektrickým prúdom môže byť spôsobený:

- a) pri dotyku živých častí alebo pri priblížení sa k nim na kritickú vzdialenosť (jednopolový dotyk),
- b) pri súčasnom dotyku živých častí rôznej polarity alebo s rozdielnymi potenciálmi alebo pri priblížení sa k nim na kritickú vzdialenosť (dvojpolový dotyk),
- c) pri dotyku neživých častí, ktoré pri zlyhaní základnej izolácie sa stanú živými časťami.



Obr. 2.3. Možnosti vzniku úrazu elektrickým prúdom

Vznik a veľkosť nebezpečenstva úrazu elektrickým prúdom závisia od veľkosti napätia, jeho druhu (frekvencie), druhu prostredia, pracovných podmienkach, psychického stavu a kvalifikácie pracovníka. Skutočnosť, či vznikne alebo nevznikne úraz elektrickým prúdom, je ovplyvnená predovšetkým veľkosťou prúdu pretekajúceho telom postihnutého.

Ochranné opatrenia sa uplatňujú na celú inštaláciu, na jej časti alebo na jednotlivé elektrické zariadenia. Ak sa určité podmienky ochranných opatrení nespĺnia, musia sa vykonať prídavné opatrenia, aby sa zabezpečil rovnaký stupeň bezpečnosti.

Základné pravidlo ochrany pred úrazom elektrickým prúdom:

- 1) nebezpečné živé časti nesmú byť prístupné a
- 2) prístupné vodivé časti nesmú byť nebezpečnými živými časťami:
 - i) pri bežných podmienkach (základná + zvýšená ochrana) alebo
 - ii) pri podmienkach jedinej poruchy (ochrana pri poruche + zvýšená ochrana).

Základná ochrana (ZaO) – zaisťuje ochranu v normálnych (bežných) podmienkach (ochrana pred dotykom živých častí – pred priamym dotykom).

Ochrana pri poruche (OPP) – zaisťuje ochranu pri jedinej poruche (ochrana pred dotykom neživých častí – pred nepriamym dotykom).

Zvýšená ochrana (ZvO) – alternatívne zaisťuje ochranu v normálnych podmienkach i pri poruche.

Doplňková ochrana – je časť ochranného opatrenia pri špecifických vonkajších vplyvoch a v osobitných priestoroch.

Ochranné opatrenie (OO) – musí pozostávať:

- z vhodnej kombinácie základnej ochrany a ochrany pri poruche, alebo
- zo zvýšenej ochrany, ktorá zaisťuje základnú ochranu i ochranu pri poruche.

Podľa normy [3] sú odporúčané nasledovné ochranné opatrenia:

Ochranné opatrenia – nezávislé:

- samočinné odpojenie napájania,
- dvojité alebo zosilnená izolácia,
- elektrické oddelenie,
- malé napätie (SELV a PELV).

Ochranné opatrenia na výlučné použitie v inštaláciách, v ktorej prevádzku alebo dozor zaisťujú osoby znalé alebo poučené:

- nevodivé okolie,
- neuzemnené miestne pospájanie,
- elektrické oddelenie pri napájaní viac ako jedného spotrebiča.

Ochranné opatrenia, ktoré poskytujú len základnú ochranu na výlučné použitie v inštaláciách, ktorej prevádzku alebo dozor zaisťujú znalé alebo poučené osoby:

- prekážky,
- umiestnenie mimo dosahu.

2.2. Základná ochrana

Ochrana pri normálnych podmienkach je zabezpečená základnou ochranou. Norma odporúča nasledovné možnosti na zabezpečenie základnej ochrany:

- základná izolácia živých častí,
- zábrany alebo kryty,
- prekážky,
- umiestnenie mimo dosahu.

2.2.1. Základná izolácia živých častí

Základná izolácia živých častí je určená na zabránenie akémukoľvek dotyku so živými časťami. Živé časti musia byť úplne pokryté izoláciou, ktorú je možné odstrániť len jej zničením.

- Ak nie sú vodivé časti oddelené od živých častí aspoň základnou izoláciou, sú tiež považované za živé časti.
- Základná izolácia sa navrhuje na menovité napätie obvodu, pričom sa musí brať do úvahy možnosť výskytu prepätia v danej inštalácii.
- Vzdušné vzdialenosti sa musia dimenzovať tak, aby vydržali impulzné „výdržné“ napätie stanovené pre obvod.
- Izolácia musí byť schopná trvalo vydržať namáhania, ktorým môže byť počas prevádzky vystavená (mechanické, tepelné, chemické i elektrické vplyvy).
- Nátery, farby, laky a podobné prostriedky sa nepovažujú za primeranú izoláciu na ochranu pred nebezpečenstvom zásahu elektrickým prúdom v normálnej prevádzke.
- Elektrické zariadenie, ktoré má len základnú izoláciu a nie je možnosť vytvorenia prídavnej ochrany, sa považuje za zariadenie bez ochrany.

2.2.2. Zábrany alebo kryty

Zábrany a kryty sú konštrukčné opatrenia, ktoré tvoria súčasť elektrického zariadenia (ako sú kryty, skrine a pod.). Svojimi vlastnosťami, rozmermi a umiestnením zabráni akémukoľvek dotyku so živými časťami elektrických zariadení. Táto ochrana rovnako zabezpečuje i ochranu pred vniknutím cudzích predmetov, vniknutím vody, mechanickým poškodením a pod.

Zábrana je časť elektrického zariadenia, ktorá zabezpečuje základnú ochranu pred priamym dotykom z každého zvyčajného smeru prístupu. **Kryt** je časť elektrického zariadenia, ktorá zabezpečuje ochranu pred určitými vonkajšími vplyvmi a zároveň pred priamym dotykom vo všetkých smeroch prístupu. Živé časti musia byť vo vnútri krytu alebo za zábranou. Odstrániť zábranu alebo kryt je možné len s použitím kľúča alebo nástroja (po bezpečnom odpojení napájania).

Označenie stupňa ochrany krytím je medzinárodné. Pozostáva z písmen IP, za ktorými nasledujú dve číslice. Prvá číslica charakterizuje stupeň ochrany pred prístupom k nebezpečným častiam a pred vniknutím cudzieho telesa do zariadenia, druhá číslica určuje stupeň ochrany pred vniknutím vody do zariadenia. Ak niektorá ochrana nie je predpísaná, použije sa namiesto číslice znak „X“ (napr. IP 2X, IP X3 a pod.). IP kód môže byť ešte doplnený dvoma písmenami.

V praxi sa používajú len niektoré kombinácie ochrán proti dotyku a proti vniknutiu vody. Pre špeciálne podmienky ochrany sa používa ďalšie doplňujúce označenie, ktoré však musí byť individuálne stanovené technickými normami, dohodou s výrobcom a pod.

Tab. 2.1. Stupne ochrany krytím

Prvá číslica	Druhá číslica									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	
0	IP00									
1	IP10	IP11	IP12							
2	IP20	IP21	IP22	IP23						
3	IP30	IP31	IP32	IP33	IP34					
4	IP40	IP41	IP42	IP43	IP44					
5	IP50				IP54	IP55	IP56			
6	IP60					IP65	IP66	IP67	IP68	

	Stupeň ochrany pred		
	nebezpečným dotykom	vniknutím cudzích telies	vniknutím vody
0	bez ochrany	bez ochrany	bez ochrany
1	dlaňou	> 50 mm	zvislo kvapkajúcej
2	prstom	> 12 mm	šikmo dopadajúcej (15°)
3	nástrojom	> 2,5 mm	šikmo dopadajúcej (60°)
4	nástrojom	> 1 mm	striekajúcej
5	akoukoľvek pomôckou	prach čiastočne	tryskajúcej
6	akoukoľvek pomôckou	prach úplne	prechodné zaplavenie
7	-	-	dočasné ponorenie
8	-	-	trvalé potopenie

Doplňkové označenie je zabezpečené ďalším písmenom za číslícovou skupinou znaku IP:

- A (B, C, D) chránené pred dotykom chrbta ruky (prstom, nástrojom, drôtom),
- H zariadenia vysokého napätia,
- M skúšané proti vniknutiu vody, pri prevádzke zariadenia,
- S odolnosť proti vode sa skúša, keď zariadenie nepracuje,
- W zariadenie je určené pre osobitné klimatické podmienky.

Norma za určitých podmienok pripúšťa dočasné zníženie krytia (napr. pri výmene žiarovky a poistky), avšak vyžaduje, aby na ľahko prístupných vodorovných častiach krytu a zábran bolo naopak krytie vyššie, a to minimálne IP 4X.

Okrem zariadení v predpísaných krytiach IP je dovoľené používať grafické symboly na elektroinštalčných výrobkoch, popr. elektrických spotrebičoch. Ak kryty jasne nenaznačujú, že obsahujú elektrické zariadenia, musia sa označiť výstražnou značkou obr. 2.4



Obr. 2.4. Výstražná značka „Pozor elektrické zariadenie!“

Tab. 2.2. Prieklady grafických symbolov krytia elektrického príslušenstva (elektroinštalčný materiál)

Vyhotovenie	Symbol	IP
do vlhka (chránené pred kvapkajúcou vodou)		42 (pokiaľ sú vývodky vedené vodorovne alebo zvisle)
tesné (zatvorené)		43
vonkajšie (chránené pred striekajúcou vodou)		44
tesne zatvorené (chránené pred tryskajúcou vodou)		55
nepremokavé (do mokra alebo nepriepustné)		66
častočné prachotesné		5X
prachotesné		6X

2.2.3. Prekážky a umiestnenie mimo dosahu

Prekážky a umiestnenie mimo dosahu poskytujú len základnú ochranu. Sú určené výlučne na použitie v inštaláciách s ochranou, ale aj bez ochrany pri poruche, ktoré sú dostupné známym alebo poučeným osobám alebo osobám, ktoré sú pod dozorom známych alebo poučených osôb.

Prekážky sú určené na zabránenie alebo znemožnenie neúmyselného dotyku so živými časťami alebo nebezpečnému priblíženiu sa k nim, nie však úmyselnému dotyku zámerným obídením prekážky. Prekážka nie je priamou súčasťou elektrického zariadenia.

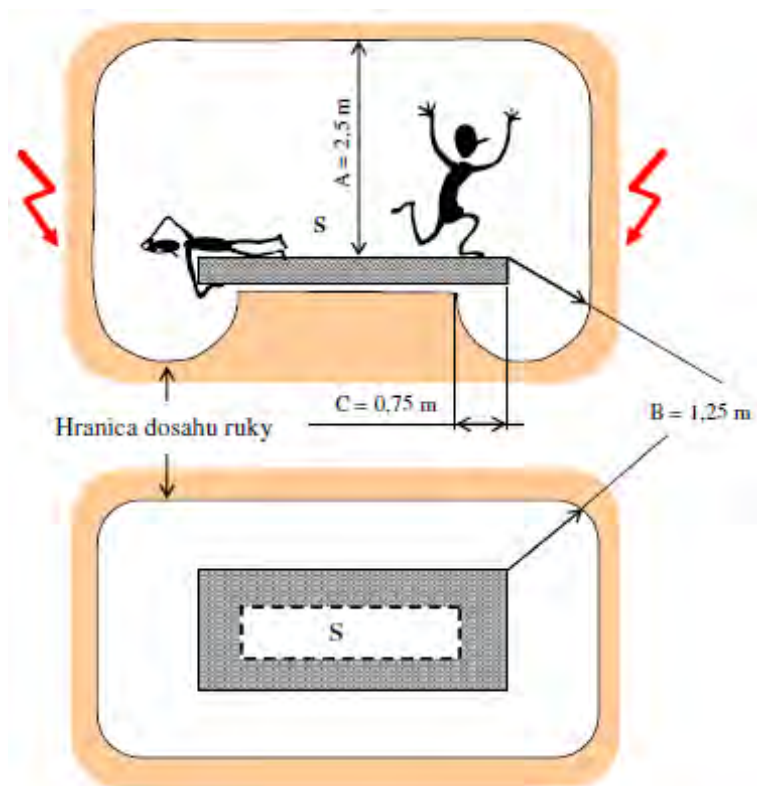
Ochranu prekážkami je možné realizovať:

- v priestoroch prístupných pracovníkom bez elektrotechnickej kvalifikácie –uzamknutím alebo neodnímateľným ohradením (napr. mrežou alebo opločením) dostatočne pevným, vysokým a vzdialeným od živých častí,
- v priestoroch neprístupných pracovníkom bez elektrotechnickej kvalifikácie – uzavretím, ohradením (napr. povrazom, tyčou, zábradlím, mrežou, plotom a pod.), ktoré môže byť aj odnímateľné. Odporúča sa, aby odnímateľné prekážky boli z izolačného materiálu.

Odnímateľná prekážka musí byť vysoká minimálne 800 mm.

Umiestnením mimo dosahu spočíva v takom umiestnení živých častí, aby sa vylúčil neúmyselný dotyk s nimi bez použitia zvláštnych pomôcok.

Pri tomto spôsobe ochrany sa musia v závislosti od druhu zariadenia, spôsobu jeho prevádzky a s prihliadnutím na možnosti prístupu pracovníkov s rôznou kvalifikáciou a znalosťami, dodržať predpísané vzdialenosti živých častí od stanovišťa. Stanovišťom treba rozumieť miesto vykonávanej činnosti, prípadne možné miesto pohybu osôb. V priestoroch prístupných poučeným pracovníkom musí byť výška živých častí nn a vn nad stanovišťom minimálne 5 m a vo vodorovnom a inom smere aspoň 3 m.



Obr. 2.5. Zóna dosahu rúk

2.2.4. Obmedzenie napätia

Obmedzenie napätia musí zabezpečiť, aby napätie medzi súčasne prístupnými časťami neprevýšilo príslušné medze malého napätia. (Súčasne prístupné časti – ktorých vzájomná vzdialenosť je menšia ako 2,5 m.)

Z hľadiska nebezpečného dotyku sa napätia na účely ochrany rozdeľujú takto:

- bezpečné malé napätie,
- nebezpečné napätie.

Tab. 2.3. Napäťové pásma pre striedavé a jednosmerné napätia

pásma	U_{js}	U_{str}
pásma I (MN)	do 120 V	do 50 V

Medzi krajnými vodičmi aj medzi krajným vodičom a zemou

pásma	U_{js}	U_{str}
pásma II >MN	do 1500 V	do 1000 V

Medzi krajnými vodičmi

pásma	U_{js}	U_{str}
pásma II >MN	do 900 V	do 600 V

Medzi krajným vodičom a zemou

ELV (Extra Low Voltage – malé napätie) je akékoľvek napätie neprevyšujúce príslušné medzné napätie špecifikované v IEC Na základe rozhodnutia komisie IEC boli zavedené tieto názvy pre malé napätia:

SELV je elektrický systém, v ktorom nemôže pri bežných podmienkach a pri podmienkach samostatnej poruchy (vrátane zemných poruchových spojení v iných obvodoch) prevýšiť hodnotu malého napätia.

PELV je elektrický systém, v ktorom nemôže pri bežných podmienkach a pri podmienkach samostatnej poruchy (vrátane zemných poruchových spojení v iných obvodoch) prevýšiť hodnotu malého napätia. PELV je uzemnený variant obvodu SELV.

FELV je elektrický systém, ktorý z funkčných dôvodov používa napätie z napäťového pásma I, ale svojim vyhotovením nevyhovuje požiadavkám na obvody SELV ani PELV. Takéto zariadenie musí byť navyše zabezpečené niektorou z požiadaviek na základnú ochranu aj na ochranu pri poruche.

Tab. 2.4. Prehľad malých napätí, princípy SELV, PELV a FELV týkajúce sa ochranného oddelenia a vzťahu k zemi

	Spôsob oddelenia		Vzťah k zemi alebo k ochrannému vodiču	
	Zdroje	Obvody	Obvody	Neživé časti
SELV	Zdroje s ochranným oddelením, napríklad bezpečnostný transformátor podľa EN 60742 alebo ekvivalentné zdroje	a obvody s ochranným oddelením	neuzemnené obvody	neživé časti sa nesmú úmyselne spojiť so zemou alebo s ochranným vodičom
PELV			uzemnené a neuzemnené obvody dovolené	neživé časti sa môžu spojiť so zemou alebo pripojiť na ochranný vodič
FELV	Zdroje bez ochranného oddelenia, t. j. zdroj iba so základnou izoláciou, napríklad transformátor podľa IEC 60989	alebo obvody bez ochranného oddelenia	uzemnené obvody dovolené	neživé časti musia byť spojené s ochranným vodičom primárneho obvodu

2.2.5. Obmedzenie ustáleného dotykového prúdu a náboja

Tam, kde je potrebné obmedziť elektrický prúd, ktorý by mohol tiecť telom pri dotyku živých a neživých častí a zabezpečiť, aby v dôsledku jeho účinku z akýchkoľvek dôvodov nedošlo k úrazu, musí sa tak urobiť v medziach stanovených pre obmedzený ustálený prúd a náboj. Viaceré oznamovacie zariadenia obsahujú výstupy, s ktorými má užívateľ manipulovať, preto musia byť bezpečné (slaboprúdové).

Veľkosť ustáleného prúdu medzi časťami súčasne prístupnými dotyku s činným odporom $2000\ \Omega$, nesmie prekročiť hodnotu $0,5\ \text{mA}$ striedavého alebo $2\ \text{mA}$ jednosmerného prúdu. Pri pôsobení elektrického prúdu nad uvedené hodnoty môžu vznikať nepríjemné pocity a mohli by vyvolať sekundárne úrazové stavy. Ak nastane porucha izolácie medzi zdrojom a ostatnými vodivými časťami je potrebné použiť dvojité alebo zosilnenú izoláciu. Najčastejšie sa špecifikujú hodnoty neprevyšujúce prah bolesti, ktoré sú pre striedavý prúd $3,5\ \text{mA}$ a pre jednosmerný prúd $10\ \text{mA}$.

Odporúča sa, aby veľkosť akumulovaného náboja medzi súčasne prístupnými vodivými časťami neprevýšila $0,5\ \mu\text{C}$ (prah vnímavosti prúdu); môže sa špecifikovať hodnota $50\ \mu\text{C}$ (prah bolesti).

2.3. Ochrana pri poruche

Medzi opatrenia pri poruche (pred nepriamym dotykom) patria:

Nezávislé ochrany pri poruche:

- samočinné odpojenie napájania pri poruche,
- ochranné uzemnenie,
- ochranné pospájanie,
- ochrana elektrickým oddelením.

Ochrana pri poruche v kombinácii so základnou ochranou:

- systémy SELV a PELV,
- systémy FELV,
- dvojité alebo zosilnená izolácia.

Ochrana pri poruche len pre osoby znále a poučené:

- nevodivé okolie,
- neuzemnené miestne pospájanie,
- elektrické oddelenie viac ako jedného spotrebiča.

2.3.1. Ochranný vodič

Princíp činnosti ochrany samočinného odpojenia napájania využíva ochranný vodič. Neživé vodivé časti sa musia pripojiť k ochrannému vodiču pri splnení podmienok, určených pre každý druh uzemnenia siete. Neživé vodivé časti súčasne prístupné dotyku sa musia pripojiť k tej istej uzemňovacej sústave. Pri použití uvedenej ochrany môžu vzniknúť nasledovné nebezpečenstvá:

- a) Ochranný vodič sa môže prerušiť, alebo od chráneného zariadenia odpojiť.
- b) Ochranným vodičom môže za istých okolností vniknúť na chránené zariadenie nebezpečné dotykové napätie.
- c) Ochranný vodič môže byť omylom zapojený na miesto krajného vodiča, a tak privedie na chránené zariadenie plné menovité napätie proti zemi.

Aby sa zamedzilo týmto situáciám, musia sa splniť podmienky stanovené predpismi pre jednotlivé druhy ochrán. Zásadne platí, že v ochrannom vodiči nesmie byť vypínač ani poistka, počet spojov musí byť minimálny, spoje treba zabezpečiť proti samovoľnému uvoľneniu a musí sa dodržať ustanovenie o minimálnom priereze, o spôsobe uloženia ochranných vodičov a o farebnom označení ochranného vodiča.

Pre ochranný vodič odporúčajú normy veľa podmienok. Ich nesplnením sa bezprostredne ohrozi bezpečnosť. Musí im vyhovieť aj každý náhodný vodič (napr. kovové potrubie, oceľové konštrukcie a pod.):

- a) Ochranný vodič možno vypínať a rozpájať len vtedy, keď sa vypínajú všetky vodiče príslušného obvodu súčasne, pričom sa musí ochranné spojenie

prerušiť neskôr a spájať skôr ako krajné vodiče. Nesmie sa pripojiť na odnímateľnú časť krytu.

- b) Ochranný vodič musí byť označený kombináciou zeleno-žltých prvkov po celej dĺžke.
- c) Ochranný vodič musí byť odolný proti vplyvom prostredia (nutnosť ho chrániť pred poškodením). Nesmie sa ukladať tak, aby bol v dotyku s horľavými látkami. Pri pohyblivých privodoch musí byť vždy uložený v spoločnom obložení s krajnými vodičmi.
- d) Všetky spoje ochranného vodiča musia byť dobre vodivé. Prípustné sú zvarané, spájkované, skrutkované, nitované a zdierkové spoje. Ochranný vodič má mať čo najmenej spojov. Za vodivé spojenie sú považované aj otočné závesy kovových dverí a viek, styk žeriavových kolies s koľajnicami, vodivé valivé ložiská.
- e) V systéme TN-C vodič PEN alebo v systéme TN-S vodič PE sa musí uzemniť okrem zdroja ešte:
 - vo vonkajšom rozvode každých 500 m a na jeho konci,
 - na koncoch odbočiek všetkých druhov vedení dlhších ako 200 m,
 - pri káblových vedeniach dlhších ako 200 m od miesta predošlého uzemnenia a na jeho konci,
 - pri doplnkových rozvádzačoch, ak sú vzdialené viac ako 100 m od najbližšieho miesta uzemnenia,
 - jednotlivé uzemnenia ochranného vodiča majú mať maximálnu hodnotu 15Ω a v neutrálnom bode transformátora 2Ω a konci vedení a odbočiek maximálne 5Ω .
- f) Vodič PE ani PEN sa nesmie nikdy istiť!
- g) Ochranný vodič a krajný vodič musia byť dimenzované tak, aby pri skrate medzi krajným vodičom a neživou časťou vznikol v príslušnom obvode vypínací prúd najbližšie k predradnej poistke. Impedancia slučky musí byť menšia ako

$$Z \leq \frac{U_f}{I_v},$$

kde I_v je vypínací prúd najbližšej predradenej poistky, U_f je fázové napätie.

Tab. 2.5. Vzťah medzi prierezom ochranných a krajných vodičov

Prierez krajných vodičov $S \text{ [mm}^2\text{]}$	Najmenší prierez ochranného vodiča $S \text{ [mm}^2\text{]}$
$S \leq 16$	S
$16 \leq S \leq 35$	16
$35 \leq S$	S/2

Pre ochranný vodič by sa mala používať meď. Keď sa na vodiče používa iný materiál ako meď, nesmie jeho elektrický odpor na jednotku dĺžky prekročiť

hodnotu povolenú pre medený vodič. Takéto vodiče nesmú mať prierez menší ako 16 mm^2 .

Prierez ochranného vodiča, ktorý nie je súčasťou napájacieho kábla, alebo nie je jeho plášťom, nesmie byť v žiadnom prípade menší ako:

- $2,5 \text{ mm}^2$, ak je chránený pred mechanickým poškodením,
- 4 mm^2 , ak nie je chránený pred mechanickým poškodením.

Pokiaľ je ochranný vodič spoločný pre niekoľko obvodov, musí byť jeho prierez dimenzovaný tak, aby zodpovedal prierezu najväčšieho krajného vodiča.

2.3.2. Samočinné odpojenie napájania pri poruche

Samočinné odpojenie napájania sa požaduje vtedy, keď môže vzniknúť nebezpečenstvo škodlivých fyziologických účinkov elektrického prúdu na človeka, ako dôsledok veľkosti a trvania dotykového napätia. Toto ochranné opatrenie vyžaduje koordináciu spôsobu uzemnenia siete, charakteristík ochranných prístrojov a ochranných vodičov.

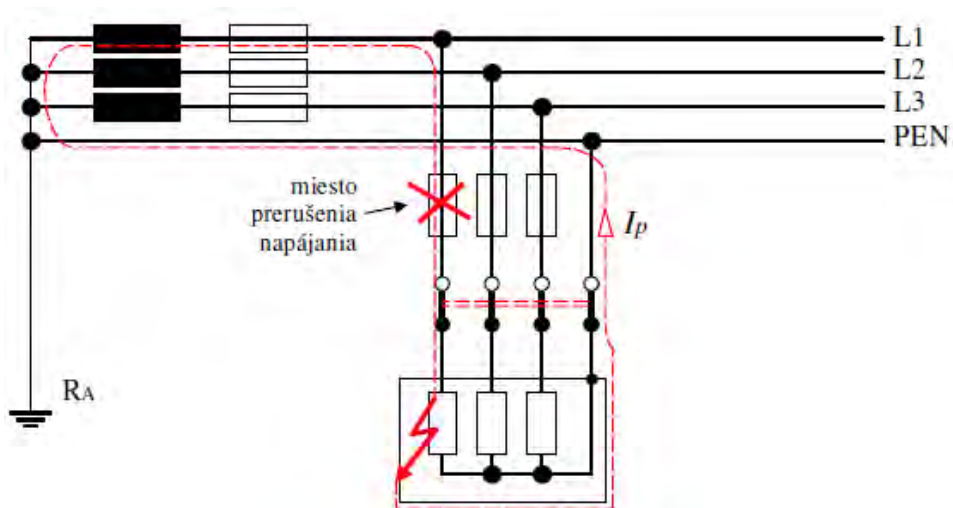
K najčastejším zásahom elektrickým prúdom dochádza vtedy, keď osoba drží elektrické zariadenie, s ktorým pracuje pevne v ruke. Norma odporúča maximálne časy odpojenia chybnnej časti pre koncové obvody nepresahujúce 32 A. V napájacích obvodoch sú v systémoch TN dovoľené časy odpojenia do 5 s a v systémoch TT do 1 s. Časy do 5 s alebo do 30 s sú prípustné vo verejných distribučných sústavách a rozvodoch na prenos elektrickej energie.

Tab. 2.6. Maximálne časy odpojenia pre koncové obvody

Systém	$50\text{V} < U_o < 120\text{V}$		$120\text{V} < U_o < 230\text{V}$		$230\text{V} < U_o < 400\text{V}$		$U_o > 400 \text{ V}$	
	AC	DC	AC	DC	AC	DC	AC	DC
TN	0,8 s	-	0,4 s	5 s	0,2 s	0,4 s	0,1 s	0,1 s
TT	0,3 s	-	0,2 s	0,4 s	0,07 s	0,2 s	0,04 s	0,1 s

2.3.3. Ochrana samočinným odpojením napájania v systéme TN

Je to najrozšírenejší spôsob ochrany pred nebezpečným dotykom neživých častí elektrických zariadení v minulosti označovaný ako ochrana nulovaním. Jej výhodou je, že je lacná a ľahko realizovateľná. Používa sa predovšetkým v sieťach s napätím 230/400 V. Jej podstata spočíva v odpojení chybnnej časti elektrického zariadenia pri poruche, použitím ochranného vodiča spojeného s uzlom (neutrálnym bodom) zdroja.



Obr. 2.6. Princíp činnosti ochrany samočinným odpojením napájania v systéme TN-C

Odpor funkčného uzemnenia neutrálneho bodu zdroja R_A nemá byť väčší ako 5Ω . Ak túto hodnotu v sťažených pôdnych podmienkach nie je možné dosiahnuť zvyčajnými prostriedkami, dovoľuje sa väčší odpor uzemnenia, avšak najviac 15Ω .

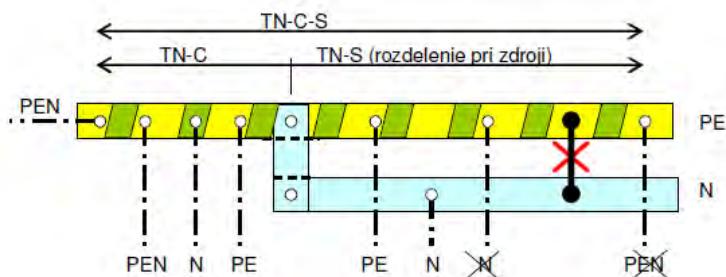
Charakteristiky ochranných prístrojov a impedancie obvodov musia byť také, aby v prípade poruchy bola zanedbateľná impedancia medzi krajným vodičom a ochranným vodičom alebo neživou časťou, aby došlo k samočinnému odpojeniu napájania v predpísanom čase. Prítom musí byť splnená podmienka:

$$Z_S \leq \frac{U_0}{I_A},$$

kde Z_S je impedancia poruchovej slučky zahŕňajúca zdroj, krajný vodič k miestu poruchy a ochranný vodič medzi miestom poruchy a zdrojom + iný (paralelné cesty); I_A je prúd zaisťujúci automatickú činnosť odpájacieho ochranného prvku v čase, ako funkcia menovitého napätia U_0 ; U_0 je menovité striedavé napätie proti zemi.

V systémoch TN možno používať nasledovné ochranné prístroje:

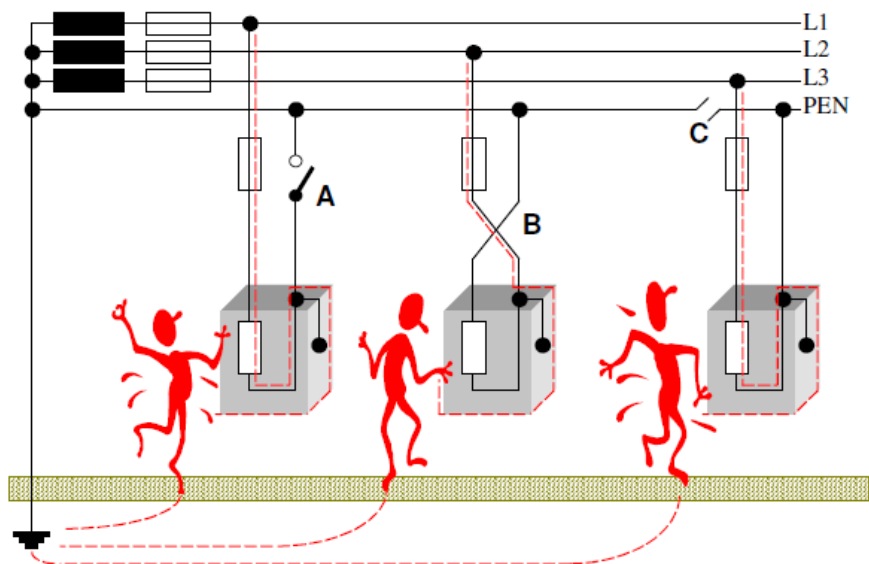
- nadprúdové istiacie prístroje,
- prúdové chrániče s týmito výnimkami:
 - chrániče nemožno použiť v systémoch TN-C (okrem vytvorenia odbočky TT),
 - tam, kde je použitý chránič v systéme TN-C-S, nesmie sa použiť vodič PEN na strane záťaže.



Obr. 2.7. Rozdelenie vodiča PEN v systéme TN-C-S

K úrazu najčastejšie dochádza:

- A. zaradením vypínača (poistky) do PEN vodiča,
- B. zámienou krajného vodiča a vodiča PEN,
- C. prerušením vodiča PEN.



Obr. 2.8. Systém TN-C ako zdroj ohrozenia

Pre vzdialené elektrické zariadenie (napr. v záhrade) napájané zo systému TN-C je potrebné v doplnkovom rozvážaní rozdeliť vodič PEN na vodič PE a vodič N (TN-C-S). Tak sa zabezpečí ochrana samočinným odpojením napájania vonkajších zásuviek do 20 A pomocou prúdového chrániča s menovitým rozdielovým vypínacím prúdom do 30 mA. Uvedené ustanovenie je osobitne odporúčané pre laikov.

Výhody systému TN-C:

- inštalácia tejto sústavy je ekonomicky výhodná, z dôvodu šetrenia vodičov,

- pri prerušení vodiča PEN dôjde v určitých prípadoch k zisteniu závady, tým, že obvod nie je prevádzky schopný.

Nevýhody systému TN-C:

- vplyvom pôsobenia spätných prúdov od jednofázových spotrebičov dochádza k rušeniu citlivých oznamovacích zariadení,
- pri prerušení vodiča PEN môže vzniknúť nebezpečné dotykové napätie na chránenej neživej časti elektrického zariadenia bez možnosti jeho odpojenia,
- uvedená sústava neumožňuje použiť prúdové chrániče,
- pri prerušení vodiča PEN môže dôjsť k poškodeniu pripojených jednofázových spotrebičov vplyvom prepätia.

Výhody systému TN-C-S:

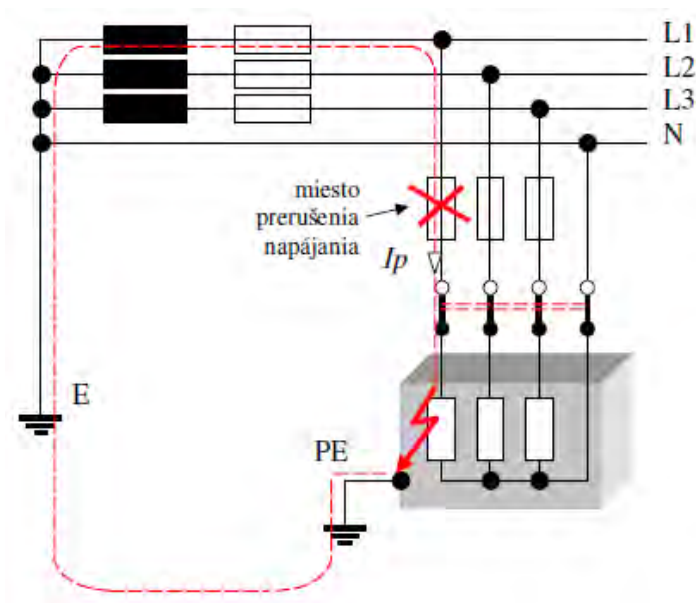
- v tejto sústave možno použiť k ochrane pred úrazom elektrickým prúdom pri poruche samočinné odpojenie napájania prúdovým chráničom,
- nedochádza k rušeniu citlivých oznamovacích zariadení vplyvom pôsobenia spätných prúdov od jednofázových spotrebičov.

Nevýhody systému TN-C-S:

- prerušenie ochranného vodiča PE (nefunkčnosť, ochrany pred úrazom elektrickým prúdom – samočinným odpojením napájania) bez pravidelnej odbornej prehliadky je nezistiteľné,
- pri prerušení vodiča PEN (pred bodom rozdelenia na PE a N) vznikne nebezpečné dotykové napätie na neživej časti, ktorá je chránená prúdovým chráničom bez toho, aby došlo k odpojeniu napájania takéhoto chráneného zariadenia,
- pri prerušení vodiča N v systéme TN-C-S za bodom rozdelenia, môže dôjsť k poškodeniu pripojených jednofázových spotrebičov vplyvom prepätia.

2.3.4. Ochrana samočinným odpojením napájania v systéme TT

Systém TT sa vyskytuje len v obmedzenej miere a je postupne nahrádzaný systémom TN. Ochranné uzemnenie musí byť dimenzované tak, aby sa v prípade poruchy na chránených častiach nevyskytlo vyššie dotykové napätie ako 50 V. Ak sa na odpojenie chybnnej časti použijú poistky alebo ističe, tak táto podmienka je splnená len pre malé prúdové dimenzie. Preto sa v týchto sieťach používajú chrániče. Prúdový a napäťový chránič odpája chybnú časť do 0,2 s. Princíp činnosti ochrany samočinným odpojením od zdroja v systéme TT je znázornený na obr. 2.9.



Obr. 2.9. Princíp činnosti ochrany samočinným odpojením napájania v systéme TT

Všetky neživé časti spoločne chránené rovnakým ochranným prvkom sa musia pripojiť spolu s ochrannými vodičmi na uzemňovač, ktorý je spoločný pre všetky tieto časti. Neutrálny bod, alebo ak neexistuje, krajný vodič každej zdrojovej alebo transformátorovej stanice sa musí uzemniť. Odpor uzemnenia pri zdroji musí vyhovovať podmienke:

$$R_A \leq \frac{50}{I_a},$$

kde I_a je prúd spôsobujúci samočinnné spustenie ochranného prístroja; ak je týmto prístrojom prúdový chránič, potom $I_a = I_{\Delta n}$.

Tam, kde je spoločné uzemnenie pre elektrické zariadenia nn a vn, musí sa odpor uzemnenia kontrolovať ešte podľa vzťahu:

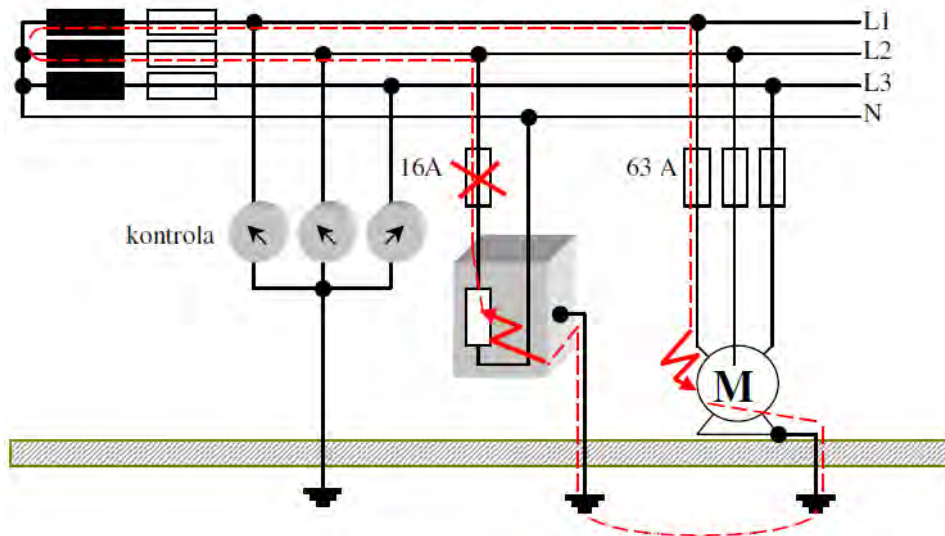
$$R_B \leq \frac{U_D}{I'_z},$$

kde R_B je celkový odpor uzemnenia uzla zdroja vrátane uzemnenia transformátorovne, U_d je dovolené dotykové napätie 50 V (ak sa nemôže preniesť na zariadenia nn, platí hodnota 125 V), I'_z je zemný prúd na strane vn alebo prúd jedнопólového skratu.

2.3.5. Ochrana samočinnným odpojením napájania v systéme IT

Systém IT má neutrálny bod zdroja izolovaný od zeme alebo spojený so zemou cez dostatočne vysokú impedanciu. Toto spojenie možno urobiť buď v neutrálnom bode siete alebo v umelom neutrálnom bode. Ak neexistuje umelý neutrálny bod, krajný vodič možno spojiť so zemou cez dostatočne vysokú

impedanciu. Z dôvodu obmedzenia prepätí alebo na tlmenie napät'ových oscilácií sa môže vyžadovať uzemnenie cez vysokú impedanciu alebo zapojenie cez iskrište.



Obr. 2.10. Princíp činnosti ochrany samočinným odpojením v systéme IT pri druhom zemnom spojení

Podstata ochrany spočíva v tom, že pri jednopólovom zemnom spojení sa zamedzí vzniku nedovoleného dotykového napätia na neživých častiach elektrických zariadení. Veľkosť poruchového prúdu je veľmi obmedzená, lebo je daná len izolačnými zvodmi a kapacitou rozvodu proti zemi. Pri dvojpólovom zemnom spojení sa zabezpečí odpojenie aspoň jednej izolačne chybnnej časti, t. j. tej, ktorá je chránená poistkou so slabšou dimenziou; jednopólové zemné spojenie v sieti trvá.

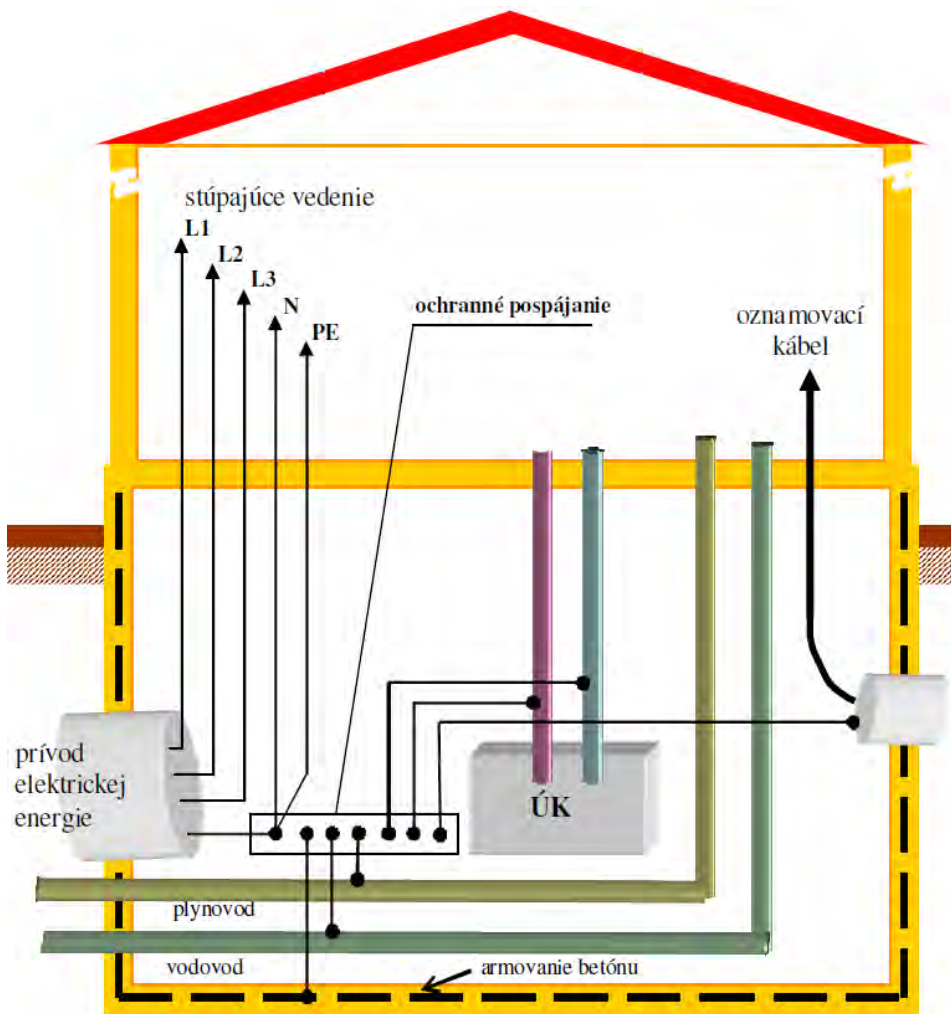
Tento stav umožňuje neprerušované využívanie inštalácie. Je ale dôležité aby sa porucha lokalizovala a odstránila v najkratšom možnom čase. V opačnom prípade inštalácia funguje ako systém TN alebo TT a musí sa dosiahnuť odpojenie pri výskyte druhej poruchy, ktorá neguje výhody systému IT.

Uvedený spôsob ochrany sa v praxi používa len v uzatvorených lokalitách, t. j. v závodoch s vlastným generátorom alebo transformátorom s oddeleným vinutím, na pohyblivých zdrojoch, v baniach, kameňolomoch, nemocniciach (operačné sály) a pod. K dispozícii musí byť prístroj monitorujúci stav izolácie, ktorý indikuje výskyt prvej poruchy medzi živou časťou a neživými časťami alebo zemou. Prístroj musí poruchu akusticky a/alebo opticky signalizovať. Ak po prvej poruche nastane druhá, musia sa dodržať nasledujúce podmienky:

- ak sú neživé časti uzemnené po skupinách alebo jednotlivo, platia podmienky ochrany ako pre systém TT,
- ak sú neživé časti vzájomne prepojené ochranným vodičom uzemnené spoločne, platia podmienky ochrany ako pre systém TN.

Pre ochranný vodič platia rovnaké podmienky ako pri ochrane v systéme TN. Neživé časti elektrických zariadení sa nesmú pripájať na neutrálny vodič.

2.3.6. Ochranné uzemnenie a ochranné pospájanie



Obr. 2.11. Príklad ochranného pospájania

Účelom ochranného uzemnenia je pomocou ochranného vodiča spojenie neživých častí elektrických zariadení s uzemňovacou sústavou.

Účelom pospájania je vyrovnanie rozdielnych potenciálov na častiach, ktorých sa človek môže súčasne dotknúť. Hlavné pospájanie zahŕňa všetky dostupné neživé vodivé časti a prostredníctvom ochranného vodiča (PE) ich spája s neživými časťami elektrických zariadení prístupných dotyku.

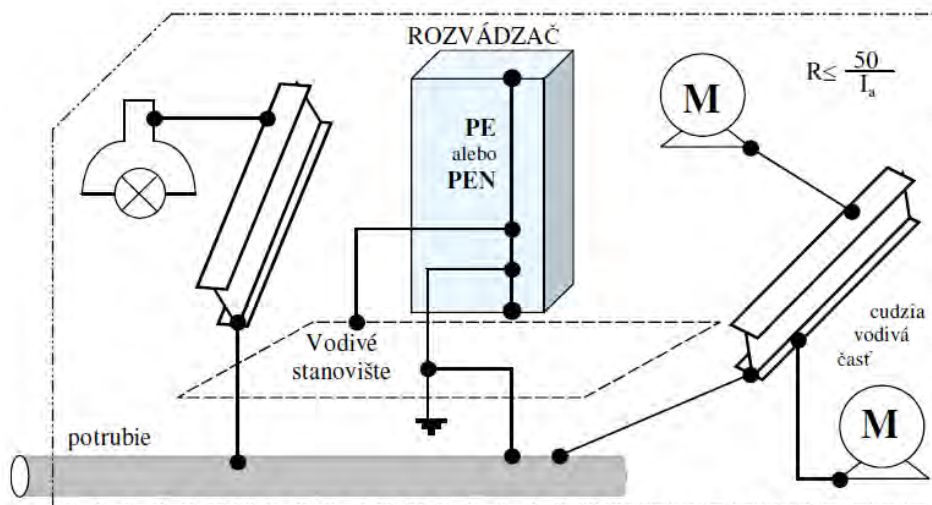
Pokiaľ sa človek zdržuje v zóne tohto pospájania, môže svojím telom premostovať len úbytok napätia, ktorý vyvolá poruchový prúd na pospájaných vodičoch.

Ak v inštalácii alebo jej časti nie je možné splniť podmienky samočinného odpojenia, urobí sa miestne pospájanie, nazývané aj doplnkové pospájanie.

Ochranné pospájanie zahŕňa v každej budove:

- uzemňovací vodič,
- hlavná uzemňovacia svorka/prípojnica,
- vodivé časti prichádzajúce do budovy zvonku (potrubie, kovové plášte káblov, ...),
- rozvody potrubia v budove (voda, plyn, ústredné kúrenie, ...),
- kovové konštrukčné časti budovy a iné kovové časti (klimatizácia, ...).

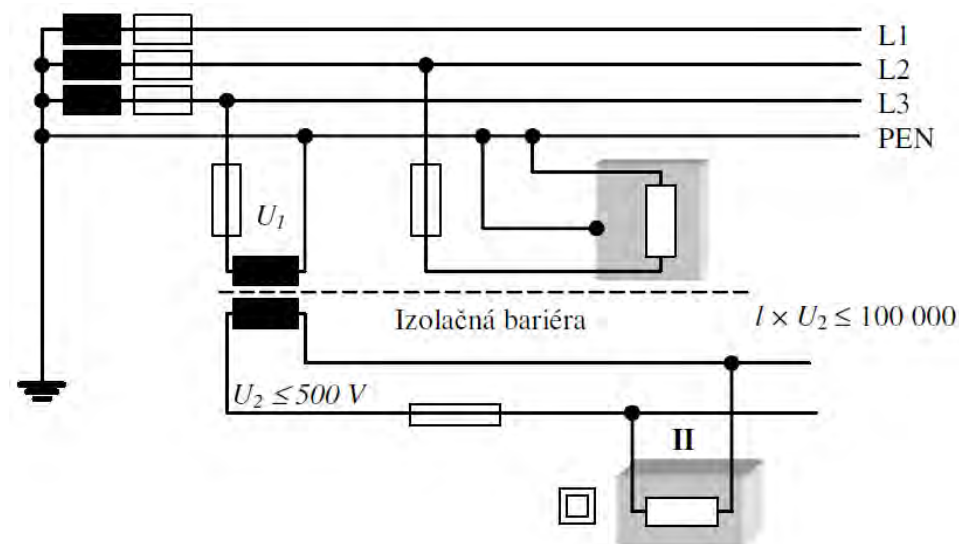
Doplnkové pospájanie obsahuje vodivé časti v rámci inštalácie alebo len v jej časti (napr. v jednej miestnosti). Sústava ochranného pospájania musí mať dostatočne malú impedanciu. Aby pri poškodení izolácie nevznikli nebezpečné rozdiely potenciálov medzi časťami a ak je to nevyhnutné, použije sa v koordinácii s ochranným prístrojom vypínajúcim poruchový prúd.



Obr. 2.12. Príklad doplnkového pospájania

2.3.7. Elektrické oddelenie pri napájaní jedného spotrebiča

Podstata ochrany elektrickým oddelením je v tom, že sa pre jednotlivý spotrebič vytvorí prúdový okruh spoľahlivo izolačne oddelený od ostatných obvodov a od zeme.



Obr. 2.13. Princíp ochrany elektrickým oddelením

Podmienky na ochranu elektrickým oddelením sú:

- 1) Napätie na sekundárnej strane ochranného transformátora (U_2) nesmie prekročiť 500 V. (Odporúča sa, aby súčin menovitého napätia obvodu [V] a dĺžky rozvodu [m] nepresiahol 100 000. Dĺžka rozvodu nemá byť väčšia ako 500 m).
- 2) Živé časti oddeleného obvodu nesmú byť v žiadnom bode spojené s iným obvodom alebo so zemou alebo s ochranným vodičom.
- 3) Ohybné káble a šnúry musia byť viditeľné po celej svojej dĺžke, v ktorej existuje nebezpečenstvo mechanického poškodenia.

Pre obvod s elektrickým oddelením sa odporúča použitie samostatného elektrického rozvodu. Ak oddelené obvody sú v tom istom elektrickom rozvode s inými obvodmi, musia sa použiť viacžilové káble bez kovového plášťa alebo izolované vodiče v izolačnej elektroinštalačnej rúrke, za predpokladu, že:

- ich menovité napätie nie je menšie ako najvyššie menovité napätie,
- a každý obvod je chránený proti nadprúdu.

2.3.8. Ochrana malým napätím SELV a PELV

Pri ochrana malým napätím sa požaduje:

- obmedzenie napätia v systéme SELV a lebo PELV po hornú medzu napäťového pásma I,
- ochranné oddelenie systému SELV alebo PELV od všetkých iných obvodov, ktoré nie sú obvodmi SELV alebo PELV,
- základná izolácia medzi systémom SELV alebo PELV a inými systémami SELV alebo PELV,
- základná izolácia medzi systémom SELV a zemou.

Zdroje pre SELV a PELV:

- bezpečnostný oddeľovací transformátor,
- elektrochemický (napr. batéria), ktorý nezávisí od obvodu s vyšším napätím,
- iný zdroj zaisťujúci stupeň bezpečnosti rovnocenný stupňu, ktorý zaisťuje bezpečnostný oddeľovací transformátor.

Podmienky usporiadania obvodov SELV a PELV

Obvody SELV a PELV musia mať:

- ochranné tienenie na najvyššie použité napätie,
- základnú izoláciu medzi živými a inými obvodmi SELV a PELV,
- ochranné oddelenie od živých častí iných obvodov ako SELV a PELV v podobe dvojitej alebo zosilnenej izolácie,
- živé časti obvodov SELV a PELV sa musia oddeliť navzájom od seba, od obvodov FELV a od obvodov vyššieho napätia ochranným oddelením. (Tým sa však nevylučuje spojenie obvodu PELV so zemou.).

Uvedené ochranné oddelenie sa musí zabezpečiť jedným z týchto spôsobov:

- vodiče sa priestorovo oddelia,
- vodiče obvodov SELV a PELV, ktoré majú vlastnú základnú izoláciu, sa navyše musia uložiť do izolačného plášťa,
- vodiče obvodov rôznych napätí sa oddelia uzemnenou kovovou mriežkou alebo uzemneným kovovým plášťom.

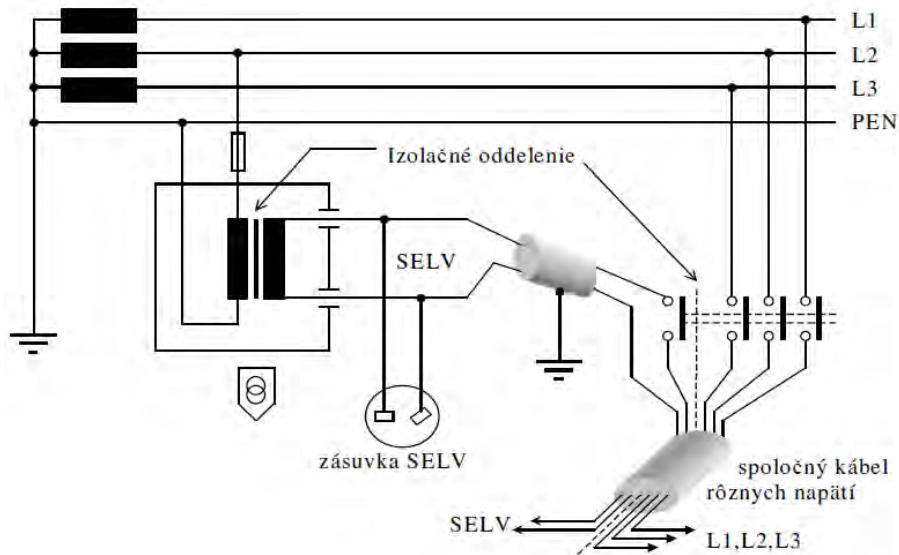
Živé časti obvodov SELV nesmú byť spojené so zemou alebo so živými časťami alebo s ochrannými vodičmi iných obvodov.

Neživé časti sa nesmú úmyselne spájať:

- so zemou, alebo
- s ochrannými vodičmi alebo neživými časťami iného obvodu, alebo
- s cudzími vodivými časťami.

Vidlice a zásuvky pre obvody SELV a PELV musia splniť tieto požiadavky:

- vidlice sa nesmú dať zasunúť do zásuviek s iným napätím,
- zásuvky nesmú dovoliť zasunutie vidlíc pre iné napätia,
- zásuvky a vidlice pre SELV nesmú mať kontakt pre ochranný vodič,
- vidlice pre SELV sa nesmú dať zasunúť do zásuviek PELV,
- vidlice pre PELV sa nesmú dať zasunúť do zásuviek SELV a môžu mať kontakt na ochranný vodič.

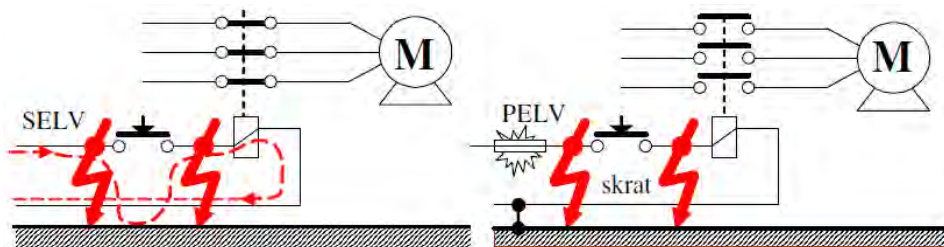


Obr. 2.14. Príklad použitia obvodu SELV

Obvody PELV zaisťujú ochranu pred úrazom elektrickým prúdom, pokiaľ sú splnené ustanovenia predchádzajúcich odstavcov. Obvody PELV môžu byť pripojené k akémukoľvek prvku pre pripojenie ochranného vodiča alebo uzemnenie.

Ochrana pred dotykom so živými a neživými časťami (zábranami, krytmi, alebo izoláciou) nie je nutná, ak je zariadenie vo vnútri budovy, kde sa nachádzajú súčasne prístupné neživé časti a cudzie vodivé časti pripojené k tej istej uzemňovacej sústave a menovité napätie nepresahuje:

- $25 V_{str}$ alebo $60 V_{js}$ v suchom prostredí (AD1) a nepredpokladá sa dotyk živých častí s väčšou plochou ľudského tela alebo zvieraťa;
- $6 V_{str}$ alebo $15 V_{js}$ ostatných prípadoch.



Obr. 2.15. Príklad použitia obvodu SELV

Tam, kde sa z funkčných dôvodov používa napätie napäťového pásma I, avšak nie sú splnené všetky požiadavky pre SELV alebo PELV, musia sa na zaistenie ochrany pred nebezpečným dotykom so živými a neživými časťami urobiť nasledovné prídavné opatrenia:

- Ochrana pred nebezpečným dotykom živých častí sa musí urobiť zábranami a krytmi, alebo izoláciou zodpovedajúcou najmenšiemu skúšobnému napätiu požadovanému pre primárny obvod. Tam, kde izolácia zariadenia, ktorá je súčasťou obvodu FELV, nie je schopná vydržať skúšobné napätie stanovené pre vstupný obvod, musí sa izolácia nevodivých častí prístupných dotyku zosilniť počas inštalácie tak, aby vydržala skúšobné striedavé napätie 1500 V počas 1 minúty.
- Ochrana pred nebezpečným dotykom s neživými časťami sa musí vykonať spojením neživých vodivých častí zariadenia obvodu FELV s ochranným vodičom primárneho obvodu za predpokladu, že primárny obvod sa chráni niektorým zo spôsobov ochrany samočinným odpojením od zdroja alebo spojením neživých vodivých častí zariadenia obvodu FELV s neuzemneným vodičom na pospájanie primárneho obvodu, ak sa v primárnom obvode použila ochrana elektrickým oddelením.

Uvedená kombinácia opatrení sa nazýva obvod FELV. Takéto podmienky môžu vzniknúť napr. tam, kde obvod obsahuje prvky, ktorých izolácia nie je dostatočná vzhľadom k obvodom vyššieho napätia. Vidlice a zásuvky pre obvody FELV nie je možné použiť v obvodoch s iným napätím.

2.3.9. Dvojitá alebo zosilnená izolácia

Ochrana izolovaním živých častí spočíva v zabezpečení živých častí takou izoláciou, ktorá znemožní akýkoľvek dotyk živých častí zariadenia. Živé časti musia byť kompletne pokryté izoláciou, ktorú je možné odstrániť iba jej zničením. Izolácia musí byť schopná trvalo vydržať namáhania, ktorým môže byť počas prevádzky vystavená, ako napr. mechanické, chemické, elektrické i tepelné vplyvy. Nátery, farby, laky a podobné prostriedky sa nepovažujú za primeranú izoláciu na ochranu pred nebezpečenstvom elektrického úrazu pri normálnej prevádzke. Aby izolácia mohla byť považovaná za dostatočnú pre ochranu izoláciou, musíme posúdiť jej úroveň. V tejto súvislosti rozoznávame izoláciu: základnú, prídavnú, dvojitú a zosilnenú. Elektrické zariadenie, ktoré má len základnú izoláciu a nie je možnosť vytvorenia prídavnej ochrany, sa považuje za zariadenie bez ochrany.

Základná izolácia (v minulosti "pracovná izolácia") je nutná na zaistenie správnej činnosti elektrického zariadenia – poskytuje základnú ochranu. Musí byť navrhnutá na menovité izolačné napätie, pričom treba brať do úvahy prepätie, ktoré môže v zariadení nastať. Všetky vodivé časti, ktoré nie sú oddelené od živých častí aspoň základnou izoláciou, je nutné považovať za živé časti.

Prídavná izolácia je nezávislá izolácia vytvorená dodatkom k základnej izolácii na ochranu pri poruche. Musí byť realizovaná aspoň na rovnaké elektrické namáhanie, ako je stanovené pre základnú izoláciu. V prípade zničenia základnej izolácie musí ďalej plniť svoju funkciu.

Dvojitá izolácia, ktorá obsahuje základnú a prídavnú izoláciu, musí zaisťovať, aby akákoľvek porucha v základnej alebo v prídavnej izolácii nezhoršovala vlastnosti zostávajúcej časti dvojitej izolácie. Na elektrických zariadeniach sa značí grafickým symbolom.



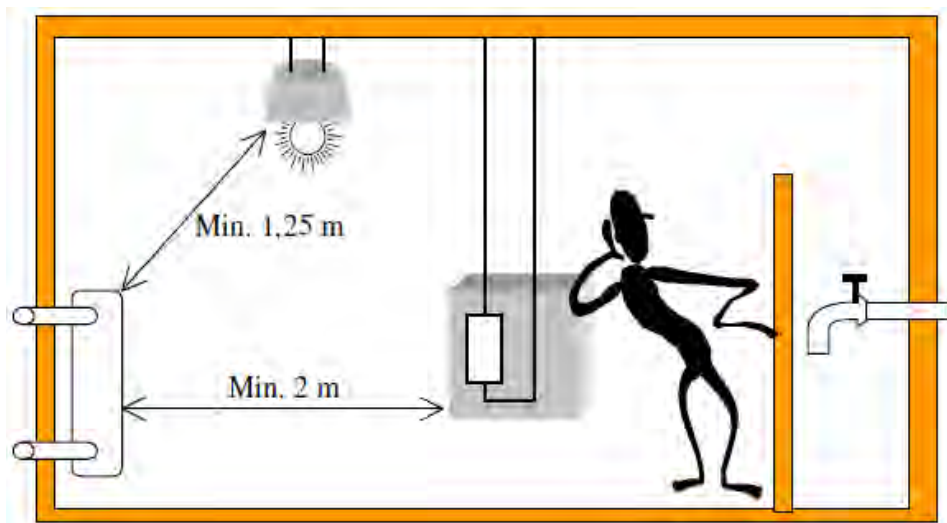
Zosilnená izolácia – izolácia nebezpečných živých častí, ktorá zabezpečuje rovnaký stupeň ochrany pred úrazom elektrickým prúdom ako dvojitá izolácia musí byť zostrojená na menovité izolačné napätie stanovené pre obvody, ktorých povrchové cesty sa rovnajú aspoň súčtu povrchových ciest pre základnú a pre prídavnú izoláciu. Možno ju použiť len na tých častiach elektrických zariadení, kde nemôže dôjsť k jej zničeniu poruchou zariadenia (napr. teplom). Príkladom takejto izolácie môžu byť všetky časti vypínačov v byte alebo kryty zásuviek. Vzhľadom na prechodné prepätie musí mať zosilnená izolácia schopnosť odolávať prepätiu stanovenému pre najbližšie vyššie pásmo napätia, ako bolo stanovené pre základnú izoláciu.

2.3.10. Nevodivé okolie

Nevodivé okolie sa používa výlučne v inštalácii, ktorú prevádzkujú alebo dozorujú znalé alebo poučené osoby. Cieľom tejto ochrany je zabrániť súčasnému dotyku častí, ktoré môžu mať v dôsledku porušenia základnej izolácie živých častí rôzny potenciál. Vodivé neživé časti musia byť usporiadané tak, aby sa za bežných podmienok osoby nemohli súčasne dotýkať:

- dvoch neživých častí,
- neživej časti a nejakej cudzej vodivej časti, pokiaľ tieto časti v prípade poruchy základnej izolácie živých častí môžu mať rôzny potenciál.

V priestore s nevodivým okolím nesmie byť žiadny ochranný vodič. Steny i podlaha musia byť izolované. Odpor izolujúcich stien a podláh nesmie byť menší ako 50 k Ω tam, kde sa používajú elektrické zariadenia s menovitým napätím do 500 V a 100 k Ω tam, kde sa používa napätie v rozmedzí 500 až 1000 V. Podstatné je zaistiť, aby na izoláciu podlahy a stien nepôsobila vlhkosť. Vykonané úpravy musia byť trvalé a nesmú sa stať neúčinnými.

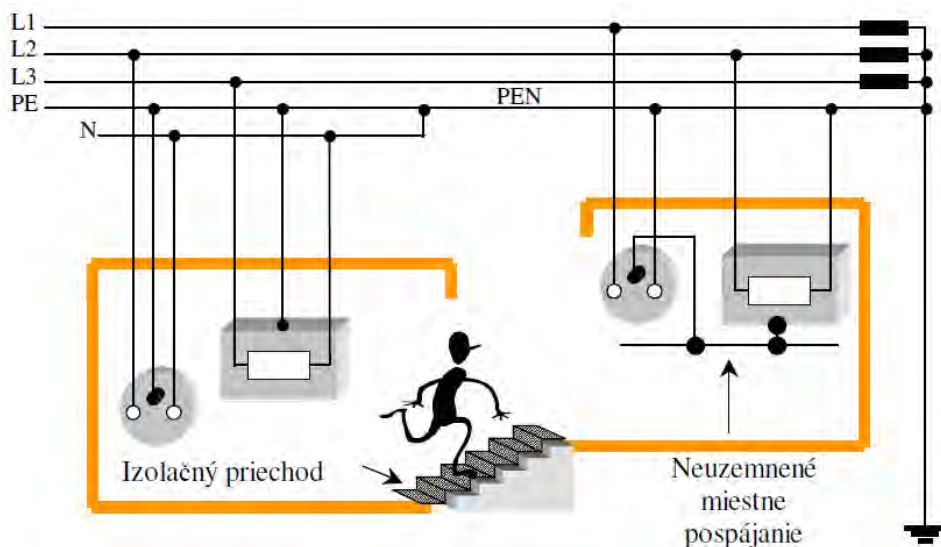


Obr. 2.16. Ochrana nevodivým okolím

Ochrana nevodivým okolím môže byť na niektorých špeciálnych pracoviskách veľmi výhodná, má však i niektoré nevýhody. Predovšetkým osoby bez elektrotechnických znalostí môžu nevhodným umiestnením elektrických zariadení na takomto pracovisku vytvoriť nebezpečné pracovisko.

2.3.11. Neuzemnené miestne pospájanie

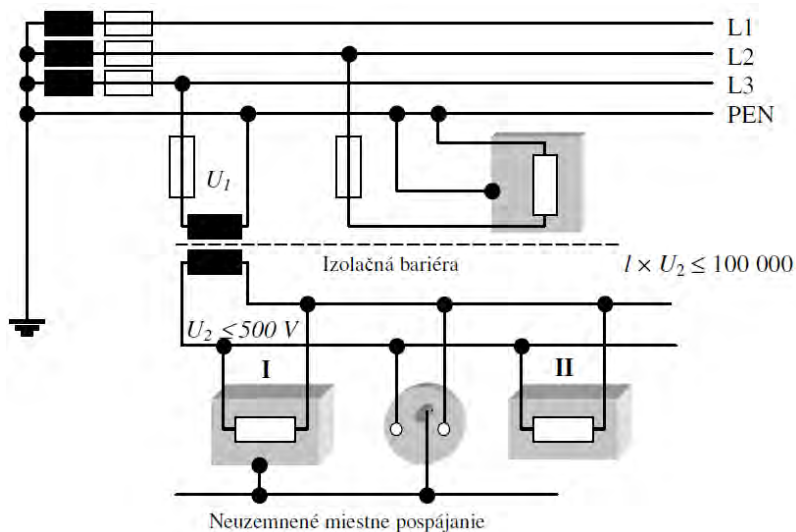
Účelom tejto ochrany je vyrovnať prípadné rôzne potenciály neživých častí, ktoré sú prístupné súčasnému dotyku, na rovnakú úroveň. Jej použitie je odporúčané pri špeciálnych zariadeniach, ktoré z funkčných dôvodov nesmú byť spojené so zemou alebo v priestoroch s nevodivým okolím.



Obr. 2.17. Príklad ochrany neuzemneným miestnym pospájaním

Kvalita oddelenia miestneho pospájania nie je normou určená, je však nutné vykonať opatrenia, aby osoby vstupujúce do miesta chráneného pospájaním nemohli byť zasiahnuté rozdielom potenciálu. Vodiče pospájania musia spojiť všetky neživé časti a cudzie vodivé časti, ktoré sú súčasne prístupné dotyku. Sústava miestneho pospájania nesmie mať elektrické spojenie so zemou cez neživé časti alebo cez cudzie vodivé časti. Ak nie je možné splniť túto požiadavku, je možné použiť ochranu samočinným odpojením od napájania.

2.3.12. Elektrické oddelenie pri napájaní viac ako jedného spotrebiča



Obr. 2.18. Princíp ochrany elektrickým oddelením

Elektrické oddelenie spočíva vo vytvorení prúdového okruhu pre jednotlivé spotrebiče, ktorý je spoľahlivo oddelený od obvodu rozvodnej sústavy. Takýto vytvorený izolovaný obvod má nepatrný kapacitný a zvodový prúd, takže vzniknuté nebezpečenstvo zemného prúdu je vylúčené. Pri ochrane elektrickým oddelením pri napájaní viac ako jedného spotrebiča sa musia dodržať rovnaké pravidlá ako pri napájaní jedného spotrebiča a súčasne aj nasledovné podmienky:

- základná ochrana je realizovaná jedným zo základných ochranných opatrení,
- oddelený obvod musí byť chránený pred poškodením a poruchou izolácie,
- neživé časti oddeleného obvodu musia byť navzájom spojené izolovanými neuzemnenými vodičmi pospájania. Uvedené vodiče nesmú byť spojené s ochrannými vodičmi alebo s neživými časťami iných obvodov alebo s akýmikoľvek cudzími vodivými časťami.
- všetky zásuvky musia mať ochranný kontakt, ktorý musí byť spojený so systémom pospájania,
- všetky ohybné prívodné vedenia, okrem tých, ktoré napájajú zariadenia s dvojitou izoláciou, musia obsahovať ochranný vodič, ktorý sa použije ako vodič pospájania,
- v prípade výskytu dvoch porúch, postihujúce dve neživé časti, ktoré sú napájané vodičmi rôznej polarizácie, musí samočinná ochrana odpojiť napájanie v čase zodpovedajúcom v tab. 2.6,
- napätie na sekundárnej strane ochranného transformátora (U_2) nesmie prekročiť 500 V. Odporúča sa aby súčin menovitého napätia v obvode a dĺžky rozvodu nepresiahol hodnotu 100 000.

2.4. Doplnková ochrana

Medzi doplnkovú ochranu patrí:

- doplnkové ochranné pospájanie,
- doplnková ochrana prúdovými chráničmi,
- doplnková izolácia.

2.4.1. Doplnková ochrana prúdovými chráničmi

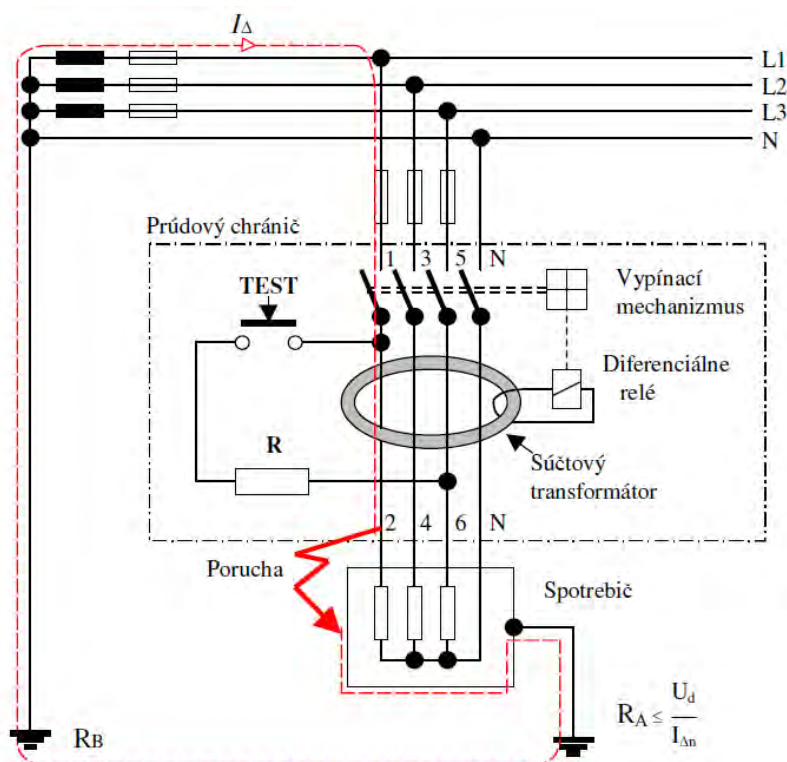
Účelom použitia prúdového chrániča je iba rozšíriť iné opatrenia proti úrazu elektrickým prúdom pri normálnej prevádzke. Použitie prúdového chrániča s menovitým vypínacím rozdielovým prúdom nepresahujúcim 30 mA sa považuje za doplnkovú ochranu pred úrazom elektrickým prúdom pri normálnej prevádzke v prípade, že zlyhajú ostatné ochranné opatrenia, alebo v prípade neopatrnosti užívateľov. Skutočné pôsobenie prúdového chrániča je povolené už od 50 % menovitého vypínacieho rozdielového prúdu $I_{\Delta n}$. Použitie prúdového chrániča ako jediného ochranného zariadenia je však neprípustné.

Ochrana prúdovým chráničom je progresívny spôsob ochrany pred nebezpečným dotykom živých i neživých častí elektrickej inštalácie. Výrazne zvyšuje bezpečnosť osôb pred úrazom elektrickým prúdom a chráni majetok pred vznikom požiaru. Podstata činnosti spočíva v samočinnom odpojení časti elektrickej inštalácie od napájania, ak neživou časťou chráneného objektu preteká poruchový prúd nad povolenú hranicu.

Prúdový chránič je možné použiť ako doplnkovú ochranu živých a neživých častí vo všetkých systémoch (okrem TN-C) nízkeho napätia s uzemneným i izolovaným neutrálnym bodom. Prúdový chránič je možné použiť aj pre kombináciu ochrany samočinným odpojením napájania v systéme TN aj TT, čo sa inak v rámci jednej siete neodporúča. Oproti napäťovému chrániču má výhodu v tom, že reaguje priamo na poruchový prúd a nie je vystavený poruchám (prerušeniu ochranného vodiča a premosteniu cievky relé), ktoré ochranu napäťovým chráničom vyradujú z činnosti.

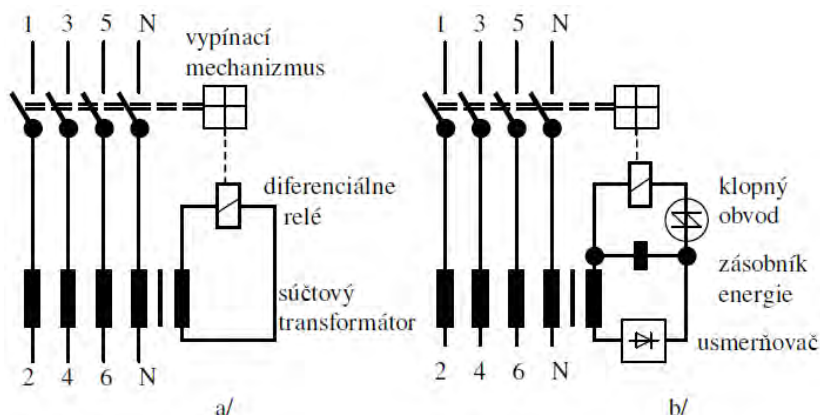
Prúdový chránič sa skladá zo súčtového prúdového transformátora, ktorým musia prechádzať všetky pracovné vodiče (L1, L2, L3, N) privedené k chránenému zariadeniu, veľmi citlivého diferenciálneho relé a spínacieho mechanizmu.

Pri normálnych podmienkach je fázorový súčet prúdov vo všetkých pracovných vodičoch rovný nule, takže v sekundárnom vinutí sa neindukuje žiadne napätie. Ak dôjde za chráničom ku vzniku prúdu tečúceho z krajného vodiča do zeme (skrat na kostru stroja, príp. dotyk osoby), vznikne rozdiel medzi porovnávanými prúdmi. Tento rozdiel prúdov indukuje v sekundárnom vinutí transformátora napätie, ktoré pomocou citlivého diferenciálneho relé uvedie do činnosti spínací mechanizmus, čím dôjde k rýchlemu odpojeniu časti inštalácie s chybným zariadením od siete.



Obr. 2.19. Princíp činnosti prúdového chrániča v systéme TT a zloženie jeho hlavných častí

Prúdový chránič je elektrický ochranný prístroj, ktorý vyhodnocuje rozdielový prúd v pracovných vodičoch obvodu a vypína obvod pri prekročení hodnoty prúdu, na ktorý je chránič nastavený. Ak dôjde k vzniku nadprúdu v pracovných vodičoch, prúdový chránič nevyhodnotí tento stav ako poruchu. Prúdový chránič nie je schopný vyhodnotiť medzifázové skraty ako poruchu, preto je nutné pred prúdový chránič umiestniť nadprúdovú ochranu – poistku alebo istič. Veľkosťou predradenej poistky alebo ističa je podmienená skratová odolnosť prúdového chrániča (výnimkou sú prúdové chrániče so vstavanou nadprúdovou ochranou).



Obr. 2.20. Schéma prúdového chrániča (a/ všeobecná, b/ typ [G], [S])

Prúdové chrániče sa obyčajne vyrábajú dvoj pólové (L, N) alebo štvorpólové (L1, L2, L3, N) na rozdielový prúd $I_{\Delta n} = 10, 30, 100, 300$ a 500 mA a menovité prúdy $I_n = 16, 25, 40, 63, 80$ a 100 A pre striedavé (AC), pulzujúce jednosmerné (A) a jednosmerné (B) prúdy pre okamžitú reakciu [-], s oneskorením min. 10 ms [G] a selektívne [S] s oneskorením min. 40 ms. Z hľadiska napájacieho napätia sa vyrábajú prúdové chrániče závislé (DI), nezávislé (FI) a podmienne závislé (HFI) od tohto napätia. Použitím vysoko citlivého FI chrániča s $I_{\Delta n} \leq 30$ mA sa dosiahne tzv. doplnková ochrana pri priamom dotyku so živou časťou.

Podmienky na použitie prúdových chráničov:

- 1) Chránené neživé časti musia byť spojené s ochranným vodičom PE, resp. uzemnené uzemňovačom, ktorého odpor uzemnenia spĺňa podmienku:

$$R_A \leq \frac{U_L}{I_{\Delta n}},$$

kde U_L je trvalé dovolené dotykové napätie, $I_{\Delta n}$ je vypínací (rozdielový) prúd chrániča.

Poznámka: Selektívne prúdové chrániče vyžadujú polovičné hodnoty R_A oproti „neselektívnym“ typom, aby sa zabezpečilo rýchlejšie vypnutie.

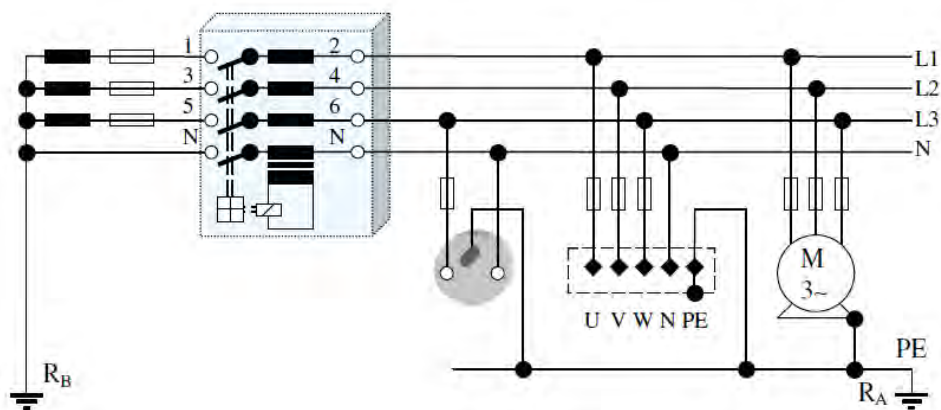
Ako uzemňovač možno použiť náhodné alebo zhotovené uzemnenie. Uzemňovač môže byť samostatný alebo spoločný pre viac zariadení. V sústave TN sa vodiče PE a N nesmú za chráničom spojiť.

- 2) Chráničom musia prechádzať všetky pracovné vodiče (L, N). Zvláštne konštrukčné usporiadanie umožňuje viesť aj ochranný vodič cez prúdový transformátor.

Ochranné vodiče sa dimenzujú podľa normy.[4,5]

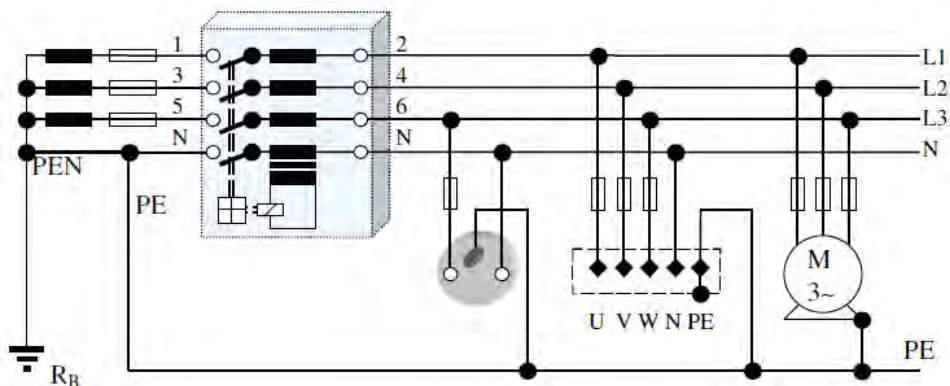
Pred uvedením do prevádzky sa prúdový chránič musí vyskúšať a po nainštalovaní v predpísaných lehotách kontrolovať (spravidla jedenkrát za 6 mesiacov).

Ochrana prúdovým chráničom predstavuje zvýšený stupeň zabezpečenia ochrany pred úrazom elektrickým prúdom (tzv. osobnú ochranu).



Obr. 2.21. Zapojenie prúdového chrániča v systéme TT

Postupným zhoršovaním izolačného stavu inštalácie dochádza k úniku prúdu, ktorý môže viesť k vzniku požiaru. Je dokázané, že použitie prúdového chrániča s $I_{\Delta n} = 300 \text{ mA}$ je postačujúce na zamedzenie vznietenia horľavých stavebných hmôt.



Obr. 2.22. Zapojenie prúdového chrániča v systéme TN-C-S

Podmienky na zavedenie ochrany prúdovými chráničmi v rôznych objektoch

Použitie prúdových chráničov s $I_{\Delta n} \leq 30$ mA je nutné pre všetky zásuvkové obvody s menovitým prúdom neprevyšujúcim 20 A, ktoré sú prístupné laikom.

V **bytových domoch** sú vhodné prúdové chrániče s $I_{\Delta n} \leq 30$ mA, ale vyžaduje sa zavedenie samostatného ochranného vodiča v inštalácii za chráničom. Jednofázové i trojfázové zásuvkové obvody v domovej inštalácii je nutné chrániť samostatne dvojpolovým, resp. štvorpolovým chráničom.

Staveniská sa radia v počte úrazov elektrickým prúdom na jedno z popredných miest. Pre ochranu pred dotykom neživých častí sú postačujúce prúdové chrániče s $I_{\Delta n} = 100$ mA. Použitie prúdových chráničov s $I_{\Delta n} \leq 30$ mA pre zásuvkové obvody môže zabrániť smrteľným úrazom i pri dotyku so živými časťami.

V **poľnohospodárskych objektoch** je so základnou ochranou nutné zvýšiť ochranu osôb prúdovými chráničmi s $I_{\Delta n} \leq 30$ mA. Priestory s ľahko zápalnými látkami (sklady sena, slamy, atď.) pomocou prúdových chráničov s $I_{\Delta n} \leq 300$ až 500 mA.

V **priemyselných prevádzkach** sú na ochranu zásuvkových obvodov vhodné citlivé prúdové chrániče s $I_{\Delta n} \leq 30$ mA. Na stráženie izolačného stavu inštalácie postačujú prúdové chrániče s $I_{\Delta n} = 300$ až 500 mA.

V **mobilných prostriedkoch** (dielne, maringotky, obytné privesy a pod.) musia mať elektrické zariadenia vlastný spôsob ochrany neživých častí nezávislý od vyhotovenia a stavu ochrany v napájacej sieti. Touto požiadavkou sa v sieťach s uzemneným uzlom obmedzia spôsoby ochrany prakticky na použitie prúdových chráničov.

Použitie prúdových chráničov v **zdravotníctve** rieši norma Elektrické rozvody v miestnostiach pre lekárske účely. Norma odporúča rozdelenie vodičov PEN na PE a N a určuje, kde musí byť inštalovaný prúdový chránič, pokiaľ nie je použitá izolovaná sústava. Môžu byť podľa situácie prúdové chrániče s $I_{\Delta n} \leq 30$ mA až do 300 mA. Počet obvodov chránených jedným chráničom má byť čo najmenší. Kontrolu funkčnosti prúdových chráničov sa odporúča skrátiť na jeden mesiac.

Pravidlá na používanie prúdových chráničov

I. Ochrana pred nebezpečným dotykom neživých častí

- 1) Na zabezpečenie bezpečnej funkcie prúdového chrániča pri predpokladaných poruchových stavoch môžu byť použité len mechanicky vypínané, na sieťovom napätí nezávislé (FI) chrániče.
- 2) Z dôvodu spoľahlivosti sa odporúča (pre viacokruhové zariadenia) používanie dvojstupňového radenia prúdových chráničov (obr. 2.23):

1. stupeň – typ [S] - selektívny chránič s oneskorením min. 40 ms (obvyčajne $I_{\Delta n} \leq 0,3$ A),

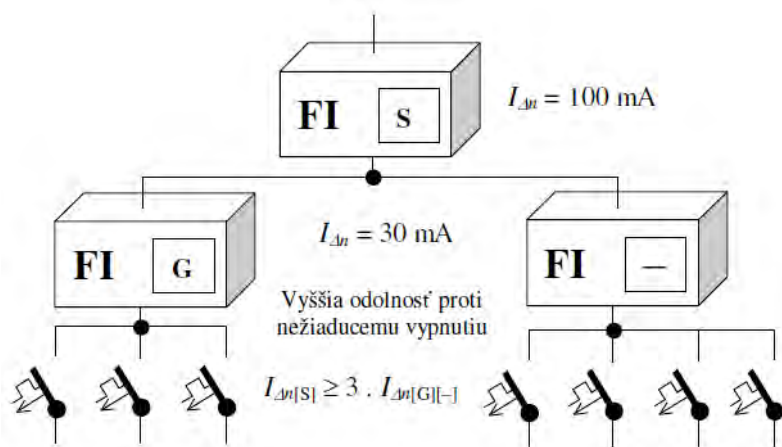
2. stupeň – typ [G] - oneskorenie min. 10 ms (obvykle $I_{\Delta n} \leq 0,03 \text{ A}$).

Typ pre všeobecné použitie – bez oneskorenia – je vhodný pre zariadenia, pri ktorých nevzniknú škody pri nežiaducom vypnutí chrániča.

- 3) FI chrániče musia byť dostatočne odolné proti rázovému prúdu. Voľba typu chrániča sa riadi druhom inštalácie, typom zariadenia a prostredím.
- 4) Zariadenia, ktorých nežiaducim vypnutím môže dôjsť ku škodám (mrazničky, ...) musia byť chránené FI chráničom s oneskorením vypnutia aspoň 10 ms - typ [G].
- 5) Pokiaľ sa inštalujú prepäťové ochrany druhého stupňa (trieda C) za chránič, musí byť použitý chránič typu [S]. Ak sa použijú prepäťové ochrany tretieho stupňa (trieda D), musí byť použitý prúdový chránič typu [G] alebo [S].

II. Ochrana pred nebezpečným dotykom živých častí - doplnková ochrana prúdovým chráničom s $I_{\Delta n} \leq 30 \text{ mA}$

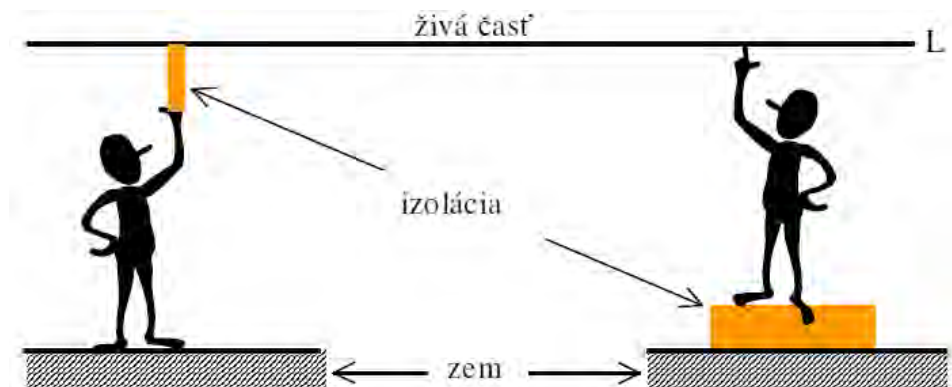
- Ochrana zásuvkových obvodov obytných miestností.
- Povinné použitie chráničov v nasledovných prípadoch:
 - a) v kúpeľniach, sprchách, umyvárňach, bazénoch, saunách,
 - b) vo vonkajších inštaláciách so zásuvkami,
 - c) v kuchyniach,
 - d) v lekársky využívaných priestoroch,
 - e) v poľnohospodárskych prevádzkach,
 - f) na staveniskách.



Obr. 2.23. Selektívne radenie prúdových chráničov

Prúdovými chráničmi možno tiež ľahko nahradiť nevyhovujúcu ochranu napäťovými chráničmi.

2.4.2. Doplnková izolácia

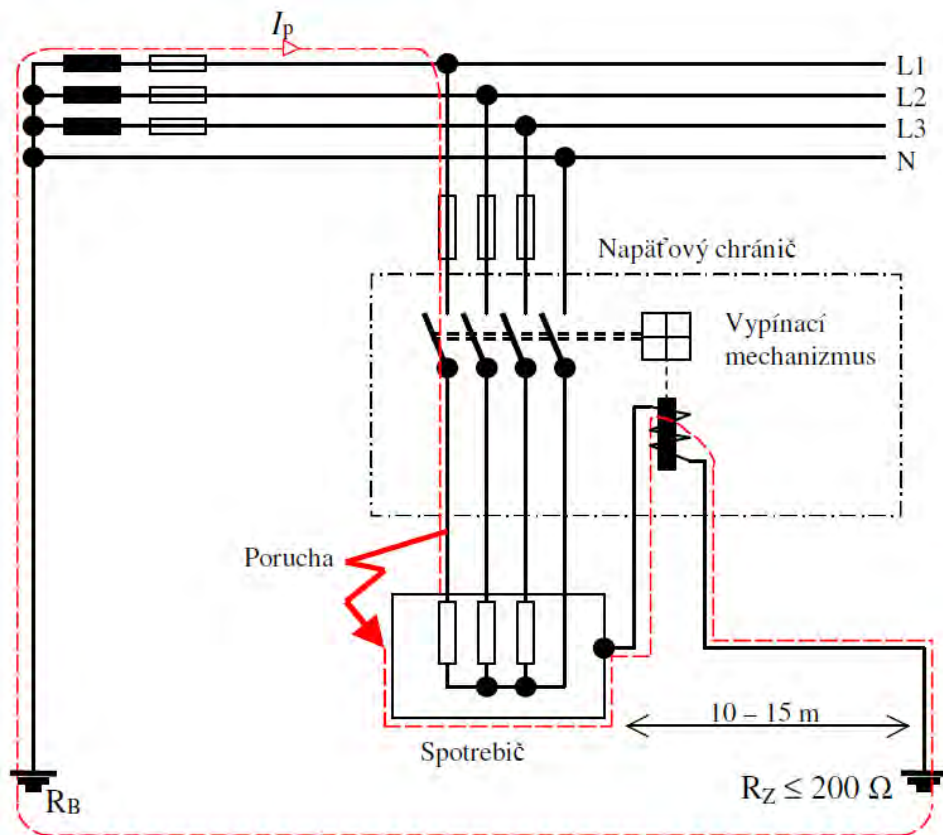


Obr. 2.24. Použitie doplnkovej izolácie (dva spôsoby práce pod napätím)

Ochrana doplnkovou izoláciou spočíva vo vybavení miesta obsluhy (napríklad izolačným kobercom) alebo v použití ochranných pomôcok (vypínacích tyčí, dielektrických – ochranných rukavíc, galoší, špirálové izolačné návleky na vodiče a pod.). Ochrana doplnkovou izoláciou sa môže použiť v prípade, že k zariadeniam majú prístup iba osoby s predpísanou odbornou spôsobilosťou v elektrotechnike.

Ak sa použije doplnková izolácia na izoláciu miesta obsluhy, musí byť jej účinný rozsah taký, aby sa z miesta, ktoré je mimo stanovišťa a je prístupné, bol znemožnený dotyk so živými časťami alebo nebezpečné priblíženie k nim. Ak sú blízko miesta obsluhy živé alebo neživé časti, ktorých potenciál sa odlišuje od potenciálu častí, s ktorými sa dotyk predpokladá, musí sa znemožniť aj s týmito časťami. Na splnenie požiadavky znemožnenia dotyku so živými a neživými časťami sa musia tieto časti pokryť izolačným materiálom a zaistiť proti premiestneniu.

2.4.3. Napät'ový chránič



Obr. 2.25. Princíp činnosti napät'ového chrániča v systéme TT

Podstata ochrany napät'ovým chráničom spočíva v samočinnom odpojení napájania elektrického zariadenia od zdroja napätia v prípade, že na chránených neživých častiach elektrického zariadenia vznikne napätie vyššie ako je dovolené. Napät'ový chránič sa používa vo všetkých sieťach s uzemneným neutrálnym bodom (uzlom).

Na zabezpečenie spoľahlivej funkcie napät'ových chráničov musia byť splnené tieto podmienky:

- prívod chrániča k pomocnému uzemňovaču musí byť od ochranného vodiča a chránenej časti dobre odizolovaný, aby jeho cievka nebola premostená,
- uzemňovač napät'ového chrániča je len pomocným uzemňovačom, preto odpor uzemnenia môže byť maximálne do 200 Ω . Musí však byť umiestnený mimo oblasti pôsobenia iných uzemňovačov (min. 15 m). Na jeden uzemňovač sa môže pripojiť aj viac napät'ových chráničov, ak neprekáža nežiaduce vypnutie.

Napät'ový chránič je vhodný do poľných podmienok. Používa sa v starších typoch pojazdných prostriedkov. Každý chránič obsahuje skúšobné tlačidlo, ktorým sa kontroluje funkcia relé pred uvedením do činnosti. Na zabezpečenie spoľahlivej funkcie napät'ových chráničov musia byť splnené tieto podmienky:

- napät'ový chránič musí vypínať pri dovolených hodnotách dotykového napätia,
- vypínacia cievka relé napät'ového chrániča sa pripojí jedným pólom na chránené zariadenie a druhým pólom na uzemňovač chrániča,
- ochranný vodič sa pripojí na neživé časti tých zariadení, ktoré sa majú pri poruche chráničom odpojiť. Od ostatných konštrukcií musí byť ochranný vodič odizolovaný.
- napät'ový chránič musí vypnúť v kratšom čase ako 0,2 s a vypínať všetky vodiče (t. j. aj neutrálny) privedené na chránené zariadenie,
- prívod chrániča k pomocnému uzemňovaču musí byť od chráneného vodiča a chránenej časti, ako aj od všetkých kovových častí, ktoré sú s chránenou časťou zariadenia vodivo spojené, dobre odizolovaný, aby jeho cievka nebola premostená.

Poznámka: Napät'ový chránič sa neuvádza v medzinárodných inštalačných predpisoch (CENELEC, IEC) medzi ochrannými prístrojmi na ochranu samočinným odpojením.

2.5. Voľba a stupňovanie ochrán neživých častí elektrických zariadení do 1 000 V

Princíp voľby a stupňovania ochrán neživých častí spočíva v tom, že podľa spôsobu používania zariadenia a ďalších okolností sa volí vhodná ochrana a tam, kde nebezpečenstvo úrazu elektrickým prúdom zvyšujú i vonkajšie vplyvy okolia, použijú sa u toho istého zariadenia dve alebo viacej ochrán súčasne. Na voľbu ochrany má vplyv predovšetkým tá skutočnosť, či obsluhujúci musí alebo nemusí dotýknúť časť zariadenia chytiť do ruky. Tie časti musia byť prednostne zhotovené z izolantu.

Za časti, ktoré sa musia pri obsluhu uchopiť rukou, sa z hľadiska ochrany pred dotykom považujú:

- a) časti elektrických zariadení (spotrebičov), ktoré sa pri práci musia držať v ruke (ručné náradie a pod.),
- b) časti určené na ovládanie (napr. zapínanie, vypínanie, prepínanie, reguláciu a pod.) elektrických zariadení, ktoré sa pri manipulácii musia uchopiť rukou (rukoväte, ručné kolieska, vidlice, pohyblivé zásuvky, atd.), i keď pohon obsahuje reťaze, laná alebo ťahadlá,

- c) časti elektrických zariadení, ktoré sú vyhotovené tak, že pri ich prenášaní pod napätím sa musia uchopiť za vodivú neživú časť, napr. prenosné kovové svietidlo.

Pre časti, ktoré sa musia pri obsluhu chytiť rukou, platí:

- 1) Musia sa zhotoviť z izolačného materiálu dostatočne elektricky a mechanicky odolného, trvanlivého a nenavlhavého alebo sa musia zvonku izolovať týmto materiálom. Takáto izolácia môže byť iba v mieste uchopenia, avšak na vodivých častiach sa musí spoľahlivo pripevniť.
- 2) Zariadenie do $1000 V_{str}$ a $1500 V_{js}$, s ktorým môžu pracovať aj pracovníci poučení alebo pracovníci bez odbornej spôsobilosti, ak nie je možné splniť požiadavku bodu 1), sa považuje za dostačujúce, ak sa okrem základnej izolácie použije niektorá z ďalej uvedených ochrán:
 - oddelenie neživých častí od živých častí zvýšenou, prednostne dvojitou izoláciou,
 - elektrické oddelenie obvodov za predpokladu, že sa použije zvýšená izolácia prívodu spotrebiča alebo so súčasným pospájaním neživých častí na rovnaký potenciál alebo so súčasným použitím prúdového chrániča,
 - bezpečné malé napätie (SELV, PELV).
- 3) Zariadenia, ktoré obsluhujú poučení pracovníci, môžu mať niektorú z týchto ochrán:
 - zariadenia pripojené na systém s uzemneným neutrálnym bodom – ochrana samočinným odpojením od zdroja v systéme TN, TT,
 - zariadenie pripojené na systém s izolovaným neutrálnym bodom – systém IT.
- 4) Pre zariadenie v systémoch TN, TT a IT ďalej platí:

Ak sú ručné kolesá, páky, kľuky a pod. umiestnené priamo na stroji, prístroji a pod., považuje sa ich spojenie za dostatočne vodivé. Naopak tieto ovládacie časti sa musia spojiť so strojom a pod., alebo sa musia osobitne spojiť so zemou, ak sú do ovládacieho mechanizmu, ktorý je blízko živých častí zariadenia, vložené reťaze, laná, spojky a pod.

3. ROZVOD ELEKTRICKEJ ENERGIE V OBJEKTOCH BUDOV

Táto kapitola sa bude zaoberať hlavne pojmami elektrická inštalácia a elektrické zariadenie.

Elektrická inštalácia je definovaná ako zostava vzájomne spolupracujúcich elektrických zariadení s koordinovanými vlastnosťami, ktoré slúžia na plnenie jedného alebo niekoľkých určených cieľov.

Elektrické zariadenie je definované ako akékoľvek zariadenie, ktoré sa používa na výrobu, premenu, prenos, distribúciu alebo využitie elektrickej energie, ako sú stroje, transformátory, prístroje, meracie prístroje, ochranné prístroje, zariadenie na elektrické rozvody, spotrebiče.

3.1. Elektrická prípojka

Každý rozvod elektrickej energie v objektoch budov začína elektrickou prípojkou.

Pre navrhovanie, zriaďovanie a rekonštrukcie elektrických prípojok platí norma [320], ktorá stanovuje podmienky na pripojenie elektrických prípojok na rozvodné zariadenie dodávateľa elektrickej energie.

Elektrická prípojka začína odbočením od zariadenia verejného rozvodu elektrickej energie smerom k odberateľovi. Vodiče vzdušného vedenia, v prípade káblového vedenia aj kábel sú súčasťou zariadenia dodávateľa elektrickej energie. Za elektrickú prípojkou sa považuje iba káblové vedenie (zvod po podpernom bode) vrátane istiacej prípojkovvej skrine umiestnenej na podpernom bode, ostatná časť vedenia sa považuje za elektrický prívod.

Elektrickú prípojkou zriaďujú na svoje náklady rozvodné závody, elektrický prívod od istiacej prípojkovvej skrine na podpernom bode, po pripojenie do budovy si musí odberateľ zhotoviť na svoje náklady. Svorky, akéhokoľvek vyhotovenia resp. odbočné spojky, akejkokoľvek konštrukcie sú súčasťou prípojky.

Už v priebehu predprojektovej prípravy je nutné prejednať pripojovacie podmienky pre silové zariadenia s dodávateľom elektrickej energie. Pripojovacie podmienky sa musia zohľadniť pri vypracovaní projektovej dokumentácie.

Elektrická prípojka do 1 kV sa končí prípojkovou skriňou.

Prípojkovou skriňou je:

- hlavná domová poistková skrinka ak je prípojka zhotovená vzdušným vedením (holými vodičmi, izolovanými vodičmi alebo závesným káblom). Musí byť plombovateľná a označená značkou podľa STN IEC 60417 č. 5036 (výstražná značka: nebezpečenstvo úrazu elektrickým prúdom),

- hlavná domová káblová skriňa, ak je prípojka zhotovená káblovým vedením. Musí byť plombovateľná a označená značkou (výstražná značka: nebezpečenstvo úrazu elektrickým prúdom).

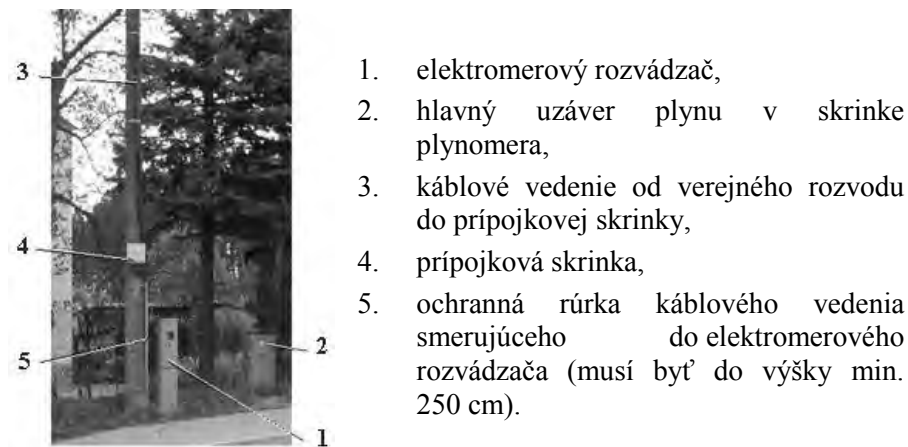
Pre každý objekt sa má zriadiť len jedna elektrická prípojka. Ak je zhotovených viacero prípojok pre jeden objekt, musí sa táto skutočnosť vyznačiť v každej prípojkovvej skrini a dokumentácii elektrického zariadenia.

Prípojkové istiace skrine sa prednostne zhotovujú na podpernom bode alebo na hranici pozemku, výnimočne na objekte v blízkosti hlavného vchodu na verejne prístupnom mieste.

V prípojkovvej skrini musí byť istenie minimálne o jeden stupeň vyššie, ako je istenie pred elektromerom. Istenie v prípojkovvej skrini je buď závitovými alebo nožovými poistkami.

Zásady voľby istiacich prvkov musia rešpektovať normu [321].

Pre bezpečné vykonávanie obsluhy a prác musí byť pred prípojkovou skriňou voľný priestor minimálnej šírky 0,8 m. V prípadoch ako sú hromadné garáže, záhradkárske osady a pod., môže byť prípojková skriňa nahradená rozvádzačom na verejne prístupnom mieste, v ktorom sú umiestnené elektromery.



Obr. 3.1. Prípojková skrinka a elektromerový rozvádzač

Prípojkové skrinky musia byť pripevnené vo výške 250 až 300 cm nad terénom.

V elektromerových rozvádzačoch musia byť pre zaplombovanie upravené tieto prístroje:

- istič pred elektromerom,
- svorkovnica elektromera, sadzbového spínača alebo prijímača HDO,
- ochranná svorkovnica (mostík),

- ovládacie relé pri skupinovom ovládaní akumulčných spotrebičov,
- kryt v skriňovom rozvádzači alebo rozvodnici, ktorý oddeluje živé nemerané časti rozvodu od priestoru pre elektromery.

Pri zhotovení elektrickej prípojky musí byť vyriešený aj prechod zo sústavy TN-C na sústavu TN-S a musia sa dodržať nasledovné zásady:

- bod rozdelenia nesmie byť z prevádzkových dôvodov realizovaný pred meraním elektrickej energie v plombovateľnej časti elektromerového rozvádzača,
- technické rozdelenie sústavy TN-C na sústavu TN-S musí byť prakticky zrealizované na výstupnej svorkovnici elektromerového rozvádzača nn, alebo v podružnom rozvádzači odberateľovho objektu,
- v mieste rozdelenia na sústavu TN-S musí byť zhotovený na prípojnici PE (svorke PE) uzemňovací prívod na uzemňovač s hodnotou uzemnenia max. do 15 Ω , nemusí sa však klásť do zeme viac ako 20 m zemniaceho pásu (napr.: FeZn 30x4 mm², alebo iný rovnocenný uzemňovač). Za bodom rozdelenia sa vodiče PE a N nesmú spájať,
- rozdelenie je možné realizovať na priereze nie menšom ako 10 mm² Cu, alebo 16 mm² Al,
- v bode rozdelenia musia byť na pripojenie ochranných a neutrálnych vodičov samostatné svorky alebo prípojnice. Vodič PEN musí byť pripojený k svorke alebo k prípojnici na pripojenie ochranného vodiča PE,
- je výhodné bod rozdelenia TN-C na TN-S realizovať čo najbližšie k vstupnému miestu do budovy.

V každej budove musí byť zhotovené hlavné pospájanie, na ktoré sa musí pripojiť hlavný ochranný vodič, hlavný uzemňovací vodič, hlavná uzemňovacia svorka a cudzie vodivé časti (rozvodné potrubia plynu, vody, ústredného vykurovania a klimatizácie, kovové konštrukčné časti budovy a pod.).

Prierez vodičov hlavného pospájania nesmie byť menší ako je polovica najväčšieho prierezu ochranného vodiča v inštalácii, pričom minimálny prierez vodičov hlavného pospájania je 6 mm² a nemusí byť väčší ako 25 mm².

Elektrické prípojky podľa spôsobu zhotovenia sa rozdeľujú na:

- prípojky zhotovené vzdušným vedením,
- prípojky zhotovené káblovým vedením uloženým v zemi,
- prípojky zhotovené kombináciou oboch spôsobov.

Elektrická vzdušná prípojka má byť zhotovená s plným počtom vodičov rozvodného zariadenia dodávateľa elektrickej energie v mieste odbočenia

prípojky z izolovaných vodičov, závesných alebo samonosných káblov (použitie úložných káblov zavesených na drôte alebo lane je neprípustné).

Minimálne prierezy vodičov elektrickej vzdušnej prípojky sú AlFe 16 mm² pri holých vodičoch a 16 mm² pri závesných kábloch. Použitie holých vodičov je dovolené len v odôvodnených prípadoch a so súhlasom dodávateľa elektrickej energie. Pri použití iných materiálov alebo inej konštrukcie vodičov (izolované vodiče, medené vodiče a pod.) musia byť zachované také isté elektrické a mechanické vlastnosti vodičov prípojky.

Elektrické vzdušné domové prípojky nízkeho napätia pre stavby slúžiace na trvalé bývanie s jedným prívodom do dĺžky 30 m od miesta odbočenia z verejného rozvodu sa zriaďujú na náklady dodávateľa elektrickej energie, vrátane istiacej prípojkovvej skrinky.

Časť prípojky od posledného podperného bodu (strešníka, konzoly do múra a pod.) do prípojkovvej skrine má byť čo najkratšia, prednostne vyhotovená káblom. Kábel ani izolované vodiče nesmú byť prerušované ani nastavované. Pri zriaďovaní novej prípojky musí byť použitá pre kladenie časti prípojky umiestnenej na budove vonkajšia časť obvodového muriva budovy. Pri rekonštrukcii prípojky je možné ponechať pôvodnú časť prípojky ako prívod len vtedy, ak neprechádza vnútornými priestormi budovy a ak sú urobené dostatočné opatrenia k zamedzeniu neoprávneného odberu elektriny. Spodný okraj prípojkovvej skrine má byť vo výške 2,5 m až 3 m nad definitívne upraveným terénom.

Prierezy vodičov prípojkových vedení – minimálne prierezy:

- 4x16 mm² Al pri odbočení zo samostatného istiaceho prvku v rozpojovacej skrini,
- 4x25 mm² Al pri odbočení T spojkou,
- pri použití kábla s medenými vodičmi, minimálny prierez je o stupeň nižší.

Prípojková skriňa aj v tomto prípade je súčasťou prípojky a umiestňuje sa spravidla na hranici odberateľovej nehnuteľnosti tak, aby jej dvere a odnímateľné kryty káblového priestoru boli na verejne prístupnom mieste. V odôvodnených prípadoch, s písomným súhlasom dodávateľa elektrickej energie, je možné prípojkovú skriňu umiestniť v blízkosti odberateľovej nehnuteľnosti, ba dokonca aj na vonkajší obvodový múr. Prípojková skriňa pri novobudovanej stavbe musí byť vždy umiestnená na verejne prístupnom mieste. Spodný okraj skrine má byť 0,6 m nad definitívne upraveným terénom. Ak sa na pripojenie objektu použije elektromerový rozvádzač s prípojkovou skriňou, je potrebné dodržať ustanovenie čl. 4.6.8 normy [304], aby najmenšia výška stredu okienka elektromera bola 0,7 m nad definitívne upraveným terénom.

Pri odbočení kábovej prípojky zo vzdušného vedenia, umiestňuje sa prípojková skriňa na verejne prístupné miesto, môže byť umiestnená

na podpernom bode vzdušného vedenia vo výške 2,5 až 3 m. Kábel na podpernom bode musí byť do výšky minimálne 2,5 m chránený ochrannou rúrkou proti mechanickému poškodeniu. V mieste zaústenia kábla do ochrannej rúrky musia byť vykonané opatrenia proti zatekaniu vody.

Menovitý prúd ističa pred elektromerom – tesne pred elektromerom sa umiestňuje istič s takýmito menovitými hodnotami:

- pre byt stupňa elektrizácie A je to istič s menovitým prúdom 16 A,
- pre byt stupňa elektrizácie B istič s menovitým prúdom 25 A,
- pre stupeň elektrizácie C – podľa príkonu spotrebičov, ktoré sú naraz používané.

Vedenie za elektromerovým rozvádzačom – z elektromerového rozvádzača pokračuje vedenie, ktoré má rovnakú dimenziu ako odbočka od hlavného domového vedenia; vedenie od elektromerového rozvádzača končí v rozvádzači (alebo v bytovej rozvodnej skrinke – rozvodnici, prípadne na rozvodnej doske na ktorej sú istiace prístroje jednotlivých obvodov).

Rozvádzače (rozvodnice) za elektromerom – do rozvádzačov (rozvodníc) za elektromerom sa sústreďujú všetky istiace prístroje (poistky, ističe, chrániče), stýkače, relé, zvončekové transformátory, a pod. Tieto rozvádzače (rozvodnice) je potrebné umiestňovať na mieste suchom a takom ktoré nepodlieha veľkým tepelným zmenám a v ktorom nehrozí ich mechanické poškodenie.

3.2. Hlavné elektrické rozvody v objektoch

Všeobecné požiadavky na vnútorné elektrické rozvody v objektoch bytovej, občianskej a poľnohospodárskej výstavby rieši norma STN 33 2130:85. Elektrická inštalácia musí spĺňať požiadavky na:

- bezpečnosť osôb, zvierat a majetku,
- prevádzkovú spoľahlivosť,
- prehľadnosť elektrických rozvodov,
- hospodárne využitie typizovaných jednotiek a celkov (rozdávzače, ochranné prístroje a pod.),
- zamedzenie nepriaznivých vplyvov a rušivých napätí pri križovaní a súbehu s oznamovacím vedením,
- estetický vzhľad.

Elektrické zariadenie, ktorého funkcia je nutná pri evakuácii obyvateľstva alebo pri hasení požiaru sa pripája samostatným vedením z prípojčkovej skrine alebo z hlavného rozvádzača. Vedenie musí byť pripojené tak, aby zostalo pod napätím pri odpojení ostatných elektrických zariadení v prípojčkovej skrini alebo v hlavnom rozvádzači. Toto zariadenie musí mať zaistenú dodávku elektrickej energie najmenej z dvoch miest.

Rozvádzače musia byť konštrukčne vyhotovené tak, aby vyhovovali vonkajším vplyvom daného priestoru, v ktorom sú umiestnené. Osadzujú sa vo zvislej polohe na mieste prístupnom podľa prevádzkových a bezpečnostných podmienok. Pred rozvádzačom musí byť trvale voľný priestor o dĺžke aspoň 80 cm s rovnou plochou k bezpečnému vykonávaniu obsluhy a prác. Rozvádzače sa nesmú osadzovať na ramene schodiska. Vo verejne prístupných miestach musia mať rozvádzače po otvorení dverí krytie aspoň IP 20.

Rozvody pevnej elektrickej inštalácie v objektoch budov sa vykonávajú v omietke, pod omietkou, v dutých stenách, v betóne, v stropných a v podlahových dutinách.

Zlom v predpisoch a normách v elektrických inštaláciách priniesol september 2000. Boli prijaté normy STN 33 2000-4-41, STN 33 2000-5-54, ktoré spolu s STN 33 2130 a normami STN 33 2000-7-701 a STN 33 2000-1 zaviedli nové požiadavky na nové a na rekonštruované inštalácie:

- všeobecné zavedenie siete TN-S v celom objekte,
- použitie prúdových chráničov v obvodoch podľa požiadaviek príslušných STN,
- všetky rozvody s priemerom vodiča menším než 16 mm^2 vrátane realizovať vodičmi s jadrami z medi,
- v administratívnych objektoch budov pri osadzovaní nového typu svietidiel bez ohľadu na to, či ide o svietidlá zapustené alebo povrchové

vychádzať z dvoch projektov, z architektonického a zo svetelného projektu,

- v administratívnych objektoch sa nesmie zabudnúť na únikové priestory a ich osvetlenie,
- pri rekonštrukcii trás elektrických rozvodov je treba počítať s rezervou pre uloženie oznamovacích rozvodov, rozvodov počítačových sietí a pod.,
- pri návrhu rekonštrukcie je treba zväžiť aj možnosti nového spôsobu prevádzky objektu budovy s ohľadom na predpokladané priestory (napríklad k prenajímaniu jednotlivým subjektom a pod.) s možnosťou samostatného merania odberu každého subjektu,
- v každej budove sa musí zriadiť hlavné pospájanie na hlavnú uzemňovaciu svorku, v niektorých prípadoch aj doplnkové pospájanie,
- v prípade, že ide v objekte len o čiastkovú rekonštrukciu časti objektu (výmena bytového jadra, rekonštrukcia časti kancelárií), je treba vykonať úpravu v rozvádzači v rozvodnici zo siete TN-C na sieť TN-C-S.

Rozdelenie bytov podľa stupňa elektrizácie

- **Stupeň A** – elektrická energia sa využíva na osvetľovanie a pripájanie domácich elektrických spotrebičov na zásuvky. Príkon žiadneho spotrebiča nepresahuje 3,5 kVA. Maximálny súčasný príkon pre byt P_b je v súčasnosti 7 kW.
- **Stupeň B** – byty s elektrickým vybavením ako byty stupňa A, ale pre varenie sa používajú spotrebiče s príkonom nad 3,5 kVA. Maximálny súčasný príkon pre byt P_b je v súčasnosti 11 kW.
- **Stupeň C** – byty s elektrickým vybavením ako byty stupňa A a B, ale elektrická energia sa navyše používa aj na vykurovanie alebo klimatizáciu.

Kategórie bytov

Kategória bytov sa určí podľa úžitkovej plochy a označuje sa rímskou číslou vid' tab 3.1.

Tab. 3.1. Stupne ochrany krytím

Úžitková plocha	Kategória
do 50 m ²	I
do 75 m ²	II až IV
do 100 m ²	V až VIII
do 125 m ²	Neoznačená
nad 125 m ²	Neoznačená

Výpočet príkonu

Inštalovaný príkon elektrickej energie pre byt je súčet výkonov všetkých spotrebičov v určených priestoroch vrátane predpokladaných výkonov prenosných spotrebičov.

Pojem príkon sa vzťahuje na prívod energie. Súčasťou príkonu je upravovací koeficient, ktorý zníži požadovaný celkový inštalovaný príkon.

Norma odporúča tieto koeficienty súčasnosti:

počet bytov	2	3	4	5	6	7	10	16	20
koeficient	0,77	0,66	0,60	0,56	0,53	0,50	0,45	0,40	0,38

Príklad: Vstupné časti inštalácie, ktorá napája štyri byty stupňa A (bez elektrického kúrenia a klimatizácie), budú dimenzované na súčasný príkon:

$$P = 4 \cdot 7 \cdot 0,60 = 16,8 \text{ kW}$$

Prúd zaťaženia sa vypočíta zo vzorca:

$$I = \frac{1000 \cdot P}{3 \cdot U_z \cdot \cos \varphi} \quad [A; \text{kW}, A]$$

kde: P je súčasný výkon, U_z je združené napätie, $\cos \varphi$ je účinník zariadení (pri ohmickom zaťažení = 1, pri prevahe motorického zaťaženia je jeho hodnota približne 0,8)

Pre sieť 230 / 400 V môžeme výpočet zjednodušiť pri bytovom odbere podľa vzorca (približné hodnoty) pre trojfázový príkon (spotrebič):

$$I = 1,45 \cdot P [A; \text{kW}] - \text{v našom prípade } I = 1,45 \cdot 16,8 = 24,4 \text{ A}$$

3.2.1. Hlavné domové vedenie

Hlavné domové vedenie (HDV) začína v prípojčkovej skrini (HDS) a končí pri odbočke k poslednému elektromeru na najvyššom podlaží. HDS sa obyčajne istí poistkami v prípojčkovej skrini. Jeho zvislá časť prechádzajúca jednotlivými podlažiami sa nazýva hlavné stúpacie vedenie. Ak sa HDV rozvetvuje, realizuje sa odbočenie v odbočovacích rozvodniciach.

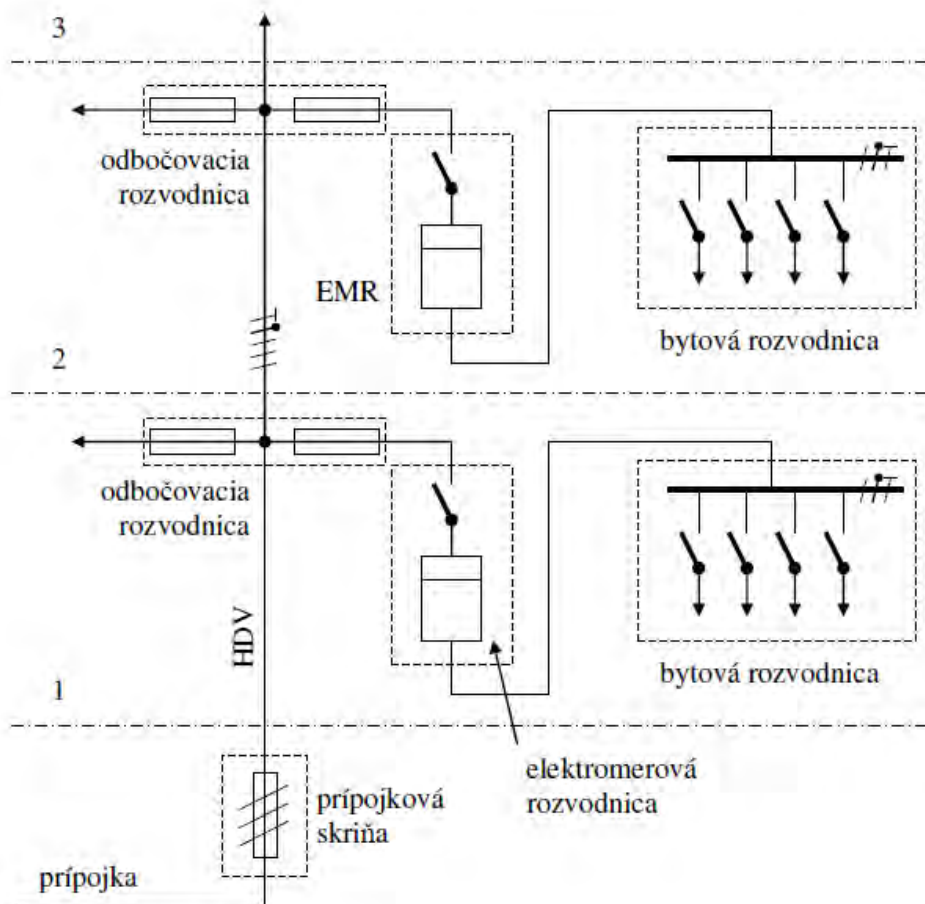
Ak je v objekte viac HDV, je možno ako prípojkovú skriňu použiť rozpojovacu istiacu skriňu (RIS). HDV má obyčajne rovnaký počet vodičov ako domová prípojka.

Vodiče HDV musia mať rovnaký prierez po celej svojej dĺžke s výnimkou miest, kde sú odbočky k väčším spotrebičom.

Výtahy sa pripájajú samostatným prívodom a musia byť odpinateľné v prvom nadzemnom podlaží. Prívody pre výtah môžu viesť cez výtahovú šachtu.

HDV má byť umiestnené a realizované tak, aby bol maximálne znemožnený nedovolený odber. K elektromerom je možné z HDV odbočovať elektromerovými rozvádzačmi alebo odbočovacími rozvodnicami. Odbočovacie rozvodnice sa umiestňujú tak, aby spodný okraj bol vo výške 180 až 250 cm nad podlahou. Ak je umiestnená v uzavretej miestnosti (byte), musí byť upravená tak, aby bola zaplombovateľná.

Úbytok napätia medzi ktoroukoľvek rozvodnicou za elektromerom nemá byť pri svetelných zariadeniach väčší ako 2 % a pri ostatných zariadeniach väčší ako 3 %.



Obr. 3.2. Schéma silnoprúdového rozvodu jedného vchodu viacpodlažnej budovy

3.2.2. Odbočky od HDV k elektromerovým rozvodniciam

Odbočka k elektromerom je vedenie, ktoré odbočuje z hlavného domového vedenia (HDV) a pripája elektromer alebo elektromerové rozvodnice. Odbočenie sa vykonáva v odbočnej svorkovnici, ktoré sú umiestnené vo výške 1,8 až 2,5 m nad podlahou. Odbočovacie svorkovnice nesmú byť umiestnené nad schodmi

a v suteréne. Ak sú elektromery umiestnené v bytoch alebo pri vchode do bytu, musí sa pre každého odberateľa zriadiť samostatná odbočka (prívod) z HDV alebo od prípojkovkej skrine. Odbočky k elektromerom sa vyrábajú jednofázové alebo trojfázové. Prierez odbočiek sa stanovuje obdobne ako pri HDV. Minimálny prierez od HDV k elektromeru musí byť 10 mm^2 (Al), alebo 6 mm^2 (Cu).

Istenie odbočky od HDV k elektromerovej rozvodnici sa robí v odbočovacej rozvodnici a ističom (s charakteristikou B; v starších inštaláciách sa môžu vyskytnúť aj tavné poistky) pred elektromerom. Ak je táto odbočka ako kratšia ako 3 m, istí sa len pred elektromerom zaplombovateľným ističom.

Odbočky k elektromerom môžu byť realizované jednožilovými vodičmi v elektroinštalačných rúrkach, elektroinštalačných lištách alebo v dutinách stavebných konštrukcií, popri prípade káblom. Odbočky k elektromerom v elektroinštalačných rúrkach prechádzajúcich stropom musia byť uložené v pancierových alebo oceľových rúrkach s utesnenými spojmi bez škatúl.

Odbočka k elektromeru musí byť z celistvých vodičov, pokiaľ možno bez škatúl a zbytočných ohybov. Ak sa nedá bez nich zaobiť, musia byť upravené tak, aby ich bolo možno spoľahlivo zaplombovať jednou plombou a umiestniť ich na miestach verejne prístupných. Tieto inštalačné škatule sa nesmú zakryť omietkou. Ak je nutné so zreteľom na miestne podmienky viesť vedenie priestormi iných odberateľov, musí sa voliť také vyhotovenie, aby bol sťažený nedovolený odber.

Jednofázové odbočky k elektromerom možno zriaďovať do maximálneho súčasného príkonu 5,5 kW. Jednofázové odbočky k elektromerom musia byť rovnomerne rozdelené, aby boli všetky fázy rovnomerne zaťažované. Odbočky HDV k elektromerom musia byť vyhotovené tak, aby bol sťažený nedovolený odber.

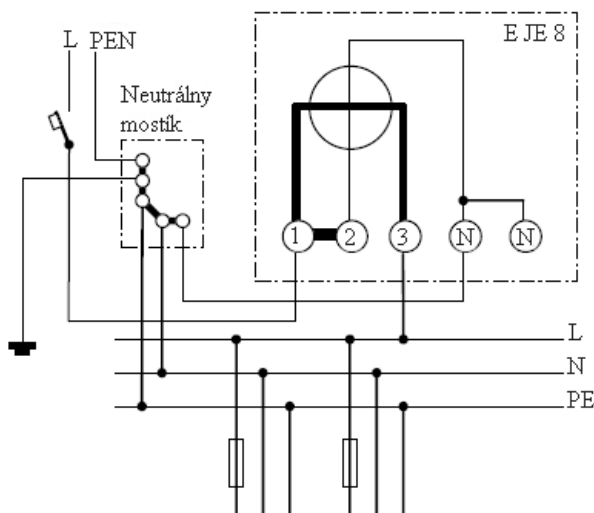
3.2.3. Zapojenie elektromerov

V budovách sa elektromerové rozvádzače príp. jadrá majú umiestniť na chodbe. Osádzajú sa vo zvislej polohe, na mieste prístupnom a chránenom pred mechanickým poškodením a pred vonkajšími vplyvmi. Musia sa montovať tak, aby k nim nebol prístup odzadu bez porušenia plomb. Majú mať krytie aspoň IP 20. Stredy okienok elektromerov majú byť vo výške asi 150 až 170 cm od podlahy. V odôvodnených prípadoch môžu byť stredy okienok elektromerov vo výške 70 až 170 cm nad podlahou. Pred elektromerovým rozvádzačom (jadrom) musí byť voľný priestor aspoň 80 cm s rovnou podlahou.

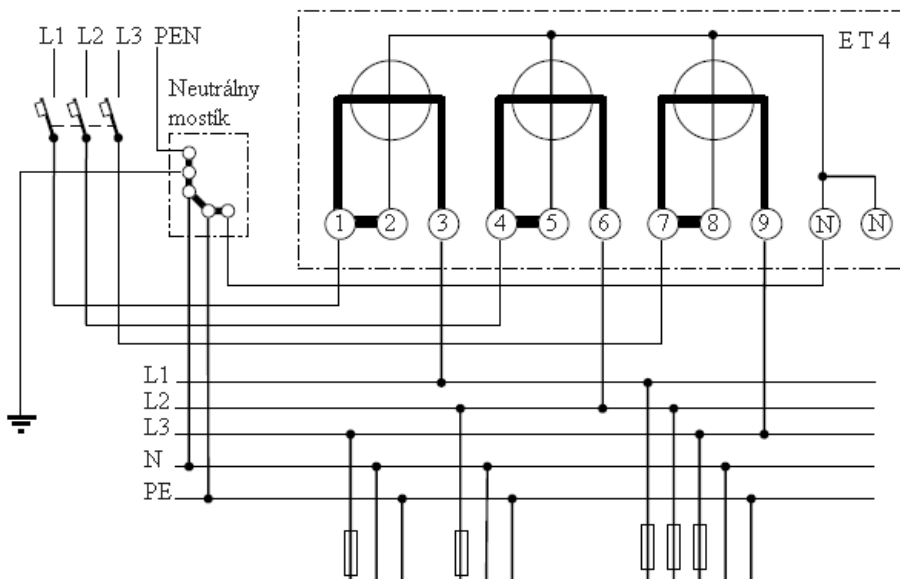
V elektromerových rozvádzačoch môžu byť namontované len elektromery, sadzbový spínač (prijímač HDO), istič pred elektromerom, ovládacie relé (stýkač), ochranná neutrálna svorkovnica, prípadne ďalšie príslušenstvo slúžiace výhradne na meracie účely.

V elektromerových rozvádzačoch musia byť zaplombované tieto prístroje: istič pred elektromerom, svorkovnice elektromerov, sadzbový spínač (prijímač HDO), ochranná svorkovnica (mostík) a kryt v skriňovom rozvádzači.

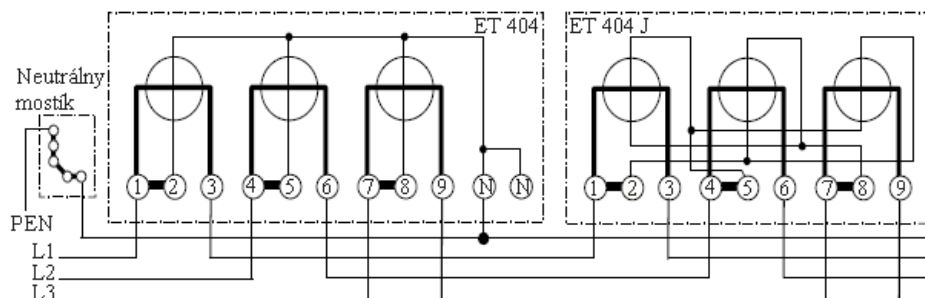
V rodinných domoch musia byť elektromerové rozvodnice umiestnené na hranici pozemku. Pokiaľ dom nie je oplotený, musí byť umiestnený na vonkajšej strane domu, aby bol voľne prístupný zamestnancom rozvodných závodov.



Obr. 3.3. Zapojenie jednofázového elektromeru pre priame meranie

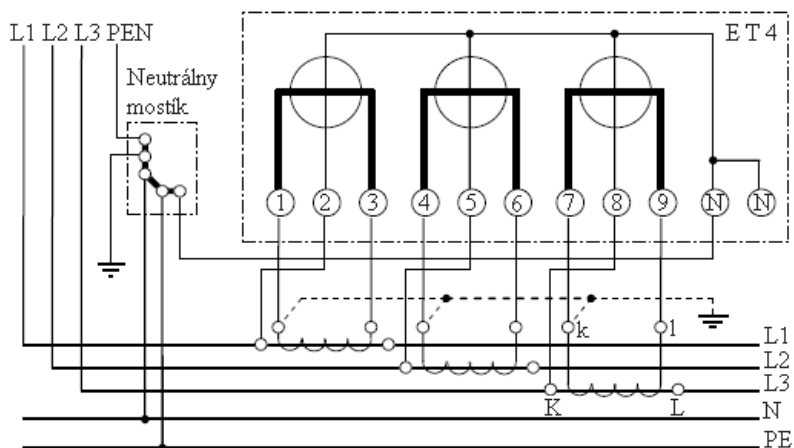


Obr. 3.4. Trojfázový elektromer pre priame meranie

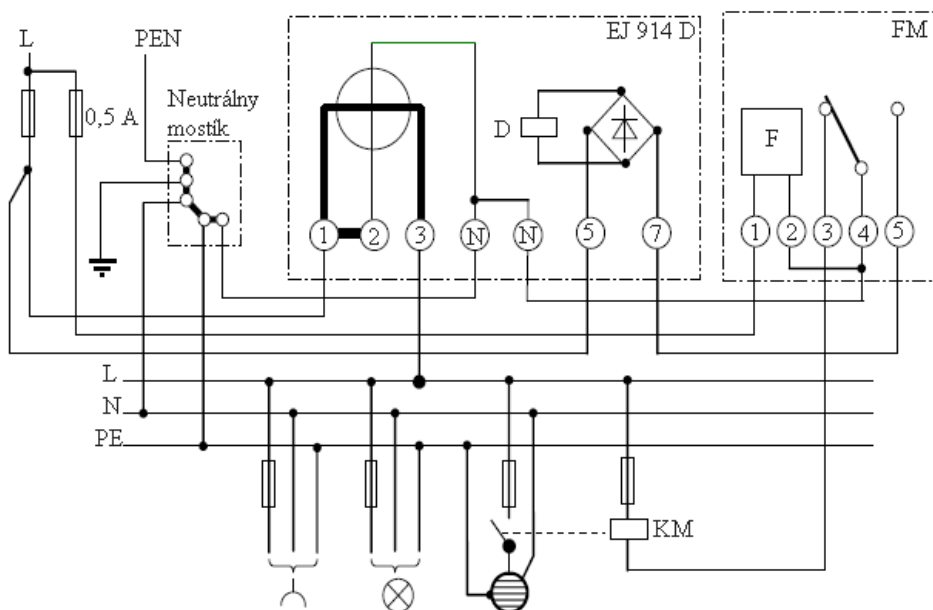


Obr. 3.5. Trojfázový činný a jalový elektromer pre priame meranie

Veľké prúdy nad 100 A nemôžeme merať elektromerom priamo, pretože prúdová cievka nie je na také prúdy dimenzovaná. Odporúčaná hranica na osadenie priameho merania je 80 A. Preto sa prúdová cievka zapája k sekundárnemu vinutiu meracieho transformátora prúdu, čím si meraný prúd znížime. Skutočný odber sa musí vynásobiť prevodovou konštantou meracieho transformátora prúdu (napr. pri meraní do 200 A sa použije transformátor s prevodom $p=200/5=40$. Skutočnú hodnotu odobranej práce získame odčítaním hodnoty na elektromere a vynásobením koeficientom prevodu, teda 40).



Obr. 3.6. Trojfázový elektromer pre polopriame meranie



Obr. 3.7. Jednofázový, dvojsadzbový elektromer s prijímacom HDO

Prostredníctvom systému hromadného diaľkového ovládania (HDO) sa prepína stav tarify z vysokej na nízku a naopak. Hromadné diaľkové ovládanie umožňuje riadiť spotrebu elektriny tak, aby sa elektrospotrebiče s vysokou spotrebou zapli vtedy, keď sú náklady na výrobu elektriny najnižšie (v dobe platnosti nízkej tarify).

Na prijímači HDO je uvedený kód HDO. Podľa neho sa môže v tabuľke nájsť čas a trvanie zapnutia nízkej tarify. Nízku tarifu poskytuje dodávateľ spravidla 8 hodín v noci. Časové vymedzenie nízkej tarify nemusí byť rovnaké pre všetkých odberateľov a jednotlivé dni a nemusí byť ani v súvislej dĺžke trvania. Podmienkou pre priznanie tejto sadzby je technické blokovanie odberu elektrických akumuláčnych spotrebičov v čase mimo platnosti nízkej tarify.

Tab. 3.2. Príklad odberateľa elektriny v domácnosti

Kód HDO	zapnuté	vypnuté	zapnuté	vypnuté	význam
152	23:30	05:30	13:30	15:30	akum. vykúr., teplá voda
153	00:00	06:00	14:10	16:10	teplá voda

Všeobecné zásady platné pre meranie odberu elektrickej energie

Odber elektrickej energie zo zariadení pre verejný rozvod meria dodávateľ, spravidla na mieste, kde elektrická energia prechádza zo zariadenia distribučnej sústavy do zariadenia odberateľa podľa údajov vlastného meracieho zariadenia. Odberateľ je povinný podľa § 35 odseku 8 zákona č. 656/2004 Z. z.:

„Výrobca elektriny alebo koncový odberateľ je povinný umožniť prevádzkovateľovi prenosovej sústavy, prevádzkovateľovi distribučnej sústavy alebo poverenej osobe prístup k určenému meradlu a k odbernému elektrickému zariadeniu na účel vykonania kontroly, výmeny, odobratia určeného meradla alebo zistenia odobratého množstva elektriny. Rovnako je povinný oznámiť aj s tým súvisiace prerušenie dodávky elektriny.“

3.2.4. Rozvody za elektromerom

Pre návrh rozvodu v obytnom objekte je dôležité jeho zaradenie podľa stupňa elektrifikácie a kategórie. Rozlišujú sa tri stupne elektrizácie:

Stupeň A – bežné vybavenie bytu elektrickými spotrebičmi (vrátane automatickej práčky, umývačky, sušičky bielizne, rúrou na pečenie i akumulárnym ohrevom teplej úžitkovej vody do 2 kW).

Stupeň B – rovnaké vybavenie elektrickými domácimi spotrebičmi ako pre stupeň elektrizácie A, avšak s elektrickou prípravou pokrmov (varenie i pečenie).

Stupeň C – rovnaké vybavenie ako pre stupne A alebo B, v ktorých sa navyše na vykurovanie alebo klimatizáciu používajú elektrické spotrebiče.

Tab. 3.3. Určenie prierezu prívodu podľa stupňa elektrizácie

Stupeň elektrizácie	A		B	
Maximálny súčasný príkon bytu	7 kW		11 kW	
Odbočka k elektromeru a prírodné vedenie do bytu	Prierez jadier vodičov [mm ²]			
	Al	Cu	Al	Cu
Trojfázová odbočka	10	6	16	10

Pre stupeň C, sa prierez jadier vodičov počíta pre konkrétne prípady samostatne.

Kategórie sa určujú normou (STN 73 4301 – Obytné budovy) a sú stanovené počtom osôb používajúcich byt.

3.3. Elektrické rozvody v bytoch, domoch

Minimálny počet obvodov podľa ich druhu je uvedený v tab. 3.4. Určuje minimálny stupeň elektrizácie bytu vzhľadom na jej predpokladané rozšírenie v budúcnosti.

Platia podmienky:

- na svetelné obvody možno v každej miestnosti pripájať aj jednu zásuvku,
- zásuvkový obvod slúži na pripájanie prenosných spotrebičov, ale možno v ňom inštalovať aj pevne upevnený spotrebič do 2000 W,
- na obvod pre bytové jadro (ak je v inštalácii použité) sa pripájajú pevne upevnené spotrebiče (jadrá a kuchyne, osvetlenie a zásuvky),

- pre veľké spotrebiče (sporák, pračka, umývačka, ohrievač vody, sušička, mangel) určujú predpisy samostatné obvody.

Tab. 3.4. Minimálny počet obvodov v bytoch podľa kategórie

Minimálny počet obvodov v bytoch kategórie					
Obvod	I	II až IV	V až VIII	do	nad
	do 50m ²	do 75m ²	do 100m ²	125m ²	125m ²
svetelný	1	1	1-2	2	2
zásuvkový	1	1-2	2-3	2-3	3-4
pre bytové jadro	1	1	1	1	1

Samostatné obvody pre spotrebiče 2 kW a viac sa realizujú pre elektrický sporák (trojfázový obvod), umývačku riadu, ohrievače vody, práčku, sušičku, mangel a pod.

Počet obvodov požadovaných pre jednotlivé miestnosti a priestory vyjadruje nároky na stupeň elektrizácie aj výhľady do budúcnosti. Odporúčaný počet svetelných, zásuvkových vývodov v jednotlivých miestnostiach (S - svetelný vývod, Z - zásuvkový vývod):

Tab. 3.5. Zásuvkové a svetelné obvody

Izba, spálňa	do 8m ²	1S+2Z (pri posteli dvojzásuvky)
	8 až 12m ²	1S+3Z
	12 až 20m ²	1S+4Z
	nad 20m ²	2S+5Z
Kuchynský kút		2S+3Z
Kuchyňa		2S+5Z
-chladnička		1Z
-digestor (ventilátor)		1Z
Kúpeľňa		2S+2Z
-ventilátor		1S
-ohrievač		Z
-malý typ do 4m ²		1S (svietidlo nad umývadlom)
WC		1S+1Z (Z pre WC s umývadlom)
Miestnosť na záľuby		1S+3Z
-ventilátor		1S
Chodba, predsieň		1S+1Z
		(+1S na každých 6m dĺžky)
Terasa		S+1Z
Pivnica, povala		S+1Z (Z pre anténový zosilňovač)
-spoločná nad 20m ²		S+1Z (Z pre anténový zosilňovač)

Ukladanie vedení možno uskutočniť viacerými spôsobmi:

- v rúrkach,
- pod alebo na omietku,
- mostíkovými izolovanými vodičmi pod omietkou,
- káblami uloženými v stene alebo na nej,
- káblami v podlahe alebo na stropе na horľavých podkladoch a v nich.

Spôsob ukladania vodičov má rozhodujúci vplyv na ich dimenzovanie. Rozvody v obytných miestnostiach sa ukladajú pod omietku, len pri nebytových inštaláciách sa ukladajú viditeľne na povrchu.

3.3.1. Dimenzovanie elektrickej inštalácie

Dimenzovanie obvodov sa určí výpočtom. Norma udáva pre bežné bytové inštalácie prierezy vodičov uvedené v tab. 3.6. Ďalšie kontroly na účinky skratových prúdov, oteplenia, úbytkov napätia a pod. nie je potrebné vykonať.

Tab. 3.6. *Prierezy vodičov a ich istenie v bytoch pre sústavu TN-S*

Fázy	Obvod	Menovitý prúd ističa alebo poistky	Prierez jadier vodičov [mm ²]			
			V rúrkach na lištách		V omietke	
			Al	Cu	Al	Cu
1	Svetelný	10	2,5	1,5	2,5	1,5
	Zásobníkový	10	2,5	1,5	2,5	1,5
	Zásuvkový	16	4	2,5	2,5	1,5
	Práčka	16	4	2,5	2,5	1,5
	Bytové jadro	16	4	2,5	2,5	1,5
	Sporák do 10kW	16	4	2,5	2,5	1,5
3	Sporák do 10kW	16	4	2,5	4	2,5
	Akumulačné kachle do 6kW	10	2,5	1,5	2,5	1,5
	Akumulačné kachle do 10kW	16	4	2,5	2,5	1,5

Prierez jadier krajných vodičov v obvodoch striedavého a jednosmerného prúdu nesmie byť menší ako uvádza tab. 3.7. [322]. Najmenší dovolený prierez vodičov vzhľadom na mechanickú bezpečnosť je pre Al vodiče 2,5 mm², pre Cu vodiče 1,5 mm². Obvody musia vyhovovať požiadavke na úbytok napätia a na dovolené oteplenie.

Tab. 3.7. Minimálne prierezy jadier vodičov

Typ elektrického rozvodu		Použitie obvodu	Jadro vodiča	
			Materiál	Prierez v mm ²
Pevné inštalácie	Káble a izolované vodiče	Silnoprúdové a svetelné obvody	Cu	1,5
			Al	16 ^{*1}
		Signalizačné a riadiace obvody	Cu	0,5 ^{*2}
	Holé vodiče	Silnoprúdové obvody	Cu	10
			Al	16 ^{*4}
		Signalizačné a riadiace obvody	Cu	4 ^{*4}
Pohyblivé pripojenia s izolovanými vodičmi a káblami		Pre špecifický spotrebič	Cu	Podľa príslušnej normy IEC
		Na akékoľvek iné aplikácie		0,75 ^{*3}
		Obvody malých napätí pre osobitné aplikácie		0,75

Vysvetlivky k tabuľke:

Cu – meď; Al – hliník

^{*1} svorky na pripojenie hliníkových vodičov sa musia skúšať a schváliť na toto špeciálne použitie,

^{*2} v signalizačných a riadiacich obvodoch určených pre elektronické zariadenia je dovolený minimálny prierez 0,1 mm²,

^{*3} pri mnohožilových pohyblivých kábloch, ktoré obsahujú sedem alebo viac žíl, platí poznámka ^{*2},

^{*4} Osobitné požiadavky na svetelné obvody malého napätia ELV sa pripravujú.

Prierez jadra neutrálneho vodiča – ak je v inštalácii neutrálny vodič, nesmie byť prierez jeho jadra menší ako prierez krajného vodiča:

- pri jednofázových, dvojvodičových obvodoch s ľubovoľným prierezom jadra,
- pri viacfázových a jednofázových trojvodičových obvodoch, ak je prierez jadier krajných vodičov menší, alebo sa rovná 16 mm² - ak sú z medi, alebo 25 mm² - ak sú z hliníka.

Ak je $S_N < S$, kde S je prierez krajného vodiča, S_N je prierez neutrálneho vodiča N , vtedy musí byť vodič N chránený nadprúdovou ochranou (istič), ktorá pri poruche musí odpojiť fázové vodiče.

Vypínanie a zapínanie neutrálneho vodiča N - ak sa vyžaduje odpojenie vodiča N , tak jeho vypínanie a zapínanie musí byť také, že vodič N sa nesmie vypnúť skôr ako krajné (fázové) vodiče a musí zapnúť súčasne alebo skôr ako krajné (fázové) vodiče.

Neutrálny vodič sa chráni proti nadprúdom nadprúdovým istiacim prístrojom.

Tab. 3.8. Vzťah prierezu krajných vodičov a vodiča N

Druh obvodu	Prierez krajných vodičov S (mm ²)	Prierez neutrálneho vodiča S_N (mm ²)
Jednofázové dvojvodičové obvody	S ľubovoľný prierez	$S_N \geq S$
Viacfázové a jednofázové trojvodičové obvody	$S \leq 16$ pre Cu	$S_N \geq S$
	$S \leq 25$ pre Al	$S_N \geq S$
Viacfázové obvody	$S \geq 16$ pre Cu * ¹	S_N môže byť $< S$ * ³
	$S \geq 25$ pre Al * ²	S_N môže byť $< S$ * ³

Vysvetlivky k tabuľke:

Cu – meď; Al – hliník

*¹ - všetky žily (Cu) krajných vodičov majú prierez nad 16 mm²,

*² - všetky žily (Al) krajných vodičov majú prierez nad 25 mm²,

*³ - a) predpokladaný maximálny prúd v N vodiči pri normálnej prevádzke nie je väčší ako prúdová zaťažiteľnosť zníženého prierezu N vodiča, b) neutrálny vodič sa chráni proti nadprúdom nadprúdovým istiacim prístrojom.

3.3.2. Istenie elektrických inštalácií proti nadprúdom a skratom

Prístroj zaisťujúci ochranu proti prúdovým preťaženiam, musí byť umiestnený na začiatku vedenia a tam, kde zmena spôsobuje zníženie hodnoty dovoleného prúdu pretekajúceho vodičom (napr.: zmena prierezu vodiča, zmena vodivosti materiálu, zmena spôsobu uloženia vodiča).

V každej elektrickej inštalácii musí byť ochrana elektrických vedení proti nadprúdom. Istenie pred skratom sa robí vo všetkých krajných vodičoch. Ochranné vodiče sa nesmú istiť a musia vyhovovať účinkom skratu až do času

vypnutia. Svetelné a zásuvkové obvody môžu mať spoločné istenie pred preťažením.

V TN a TT sieťach nemusí byť použitý nadprúdový istiaci prvok pre neutrálny vodič, keď je neutrálny vodič chránený pred skratovými prúdmi istiacimi prvkami pre krajné vodiče a keď maximálny možný prúd, ktorý môže stredným vodičom pretekať je za normálnej prevádzky menší ako je hodnota dovoleného prúdu pre tento vodič.

Elektrické vedenie musí plniť svoju funkciu bezpečne, spoľahlivo a musí mať dostatočnú životnosť - preto pri projektovaní, montáži a prevádzke elektrického vedenia, musí byť splnený celý rad podmienok stanovených technickými predpismi a elektrotechnickými normami.

Niektoré pojmy:

menovitý prúd - prúd, ktorým je inštalácia alebo jej časť označená (menovitá hodnota prúdu vodičov je ich prúdová zaťažiteľnosť,

nadprúd - každý prúd prevyšujúci menovitú hodnotu,

prúd pri preťažení - nadprúd, ktorý sa vyskytuje v elektricky nepoškodenom obvode,

skratový prúd - nadprúd, ktorý je dôsledkom poruchy so zanedbateľnou impedanciou medzi pracovnými vodičmi, ktoré majú rozdielny potenciál pri normálnych pracovných podmienkach,

dohodnutý vypínací prúd - (istiaceho prvku, istiaceho prístroja) – stanovená hodnota prúdu, ktorý spôsobí vypnutie istiaceho prístroja v stanovenom čase,

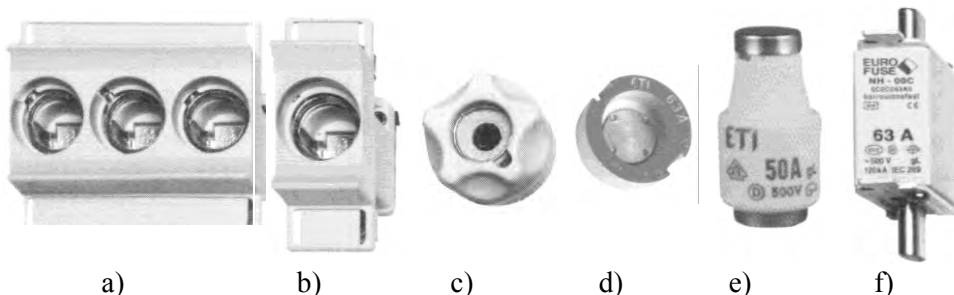
vypínacia charakteristika - krivka, ktorá vyjadruje závislosť času vypnutia od veľkosti prúdu.

Istenie proti nadprúdom a skratom – istením elektrických obvodov proti nadprúdom rozumieme také technické opatrenie, ktoré zaistí, aby pri vzniku nadprúdu v elektrickom obvode, došlo k jeho odpojeniu od napájania v dobe, kedy ešte nedošlo k prekročeniu najvyššie dovolených teplôt jadier pracovných vodičov (pri preťažení alebo pri skrate; ak by k odpojeniu nedošlo nastalo by poškodenie izolácie vodičov, prípadne by mohlo dôjsť i k roztaveniu samotných jadier vodičov).

Nadprúdové istiace (ochranné) prístroje (istiace prvky) - v obvodoch nn sa na istenie proti nadprúdom používajú: poistky, ističe, istiace nadprúdové relé stýkačov – tieto istiace prvky (istiace prístroje) zabezpečujú odpojenie zariadenia od zdroja (odpojenie zariadenia, v ktorom došlo k poruche – skrat alebo preťaženie).

Poistky (tavné poistky) – poistky sú schopné rýchlo vypnúť skratové prúdy, preto sa používajú predovšetkým na istenie vedenia. V poistkách vzniká nevratná zmena (prepálenie), preto sa nemôžu opakovane používať (prepálenú poistku je vždy potrebné nahradiť poistkou novou).

Princíp činnosti poistky - hlavnou časťou poistky je poistková vložka vnútri ktorej je tenký tavný drôtik presne vypočítaného prierezu, ktorý je uložený v kremičitom piesku. Pri pretavení drôtika, drôtik sa vyparí a medzi zostávajúcimi vodivými časťami začne horieť oblúk. Oblúk zhasne vplyvom toho, že jeho plazmatické prostredie sa zasype prítomným kremičitým pieskom. Po pretavení drôtika pružina odtlačí terčík ukazovateľa stavu poistky.



Obr. 3.8. Poistky, a) b) - poistkové spodky, c) - poistková hlavica, d) - poistkový dotyk, e) - poistková vložka, f) - nožová poistka.

Tavné poistky charakterizuje:

- typ poistky (konštrukcia),
- menovité napätie (V),
- menovitý prúd (A),
- vypínacia charakteristika, skratová odolnosť (kA).

Typy poistiek podľa ich vyhotovenia:

- rúrkové (pre malé prúdy – do 10 A),
- závitové (DIAZED, NEOZED) pozn.: NEOZED sú kratšie,
- nožové (pre menovité prúdy nad 63 A ale i pre menšie prúdy).

Technické údaje nožových poistiek sú podobné ako pre závitové poistky; vypínacia schopnosť nožových poistiek je väčšia (AC 120 kA).

Podľa vypínacích charakteristík, poistky rozdeľujeme takto:

- normálne (bez zvláštneho označenia) – tieto poistky sú vhodné len na istenie vedenia proti preťaženiu i proti skratu, kedy (na veľké nadprúdy) reagujú rýchlo,
- pomalé gG (na keramickej časti označené slimákom – ulitou) – sú vhodné na istenie elektrických obvodov s elektromotormi alebo s inými zariadeniami, ktoré môžu spôsobovať prúdové rázy.

Vypínacia charakteristika gG/gL nožových poistiek charakterizuje poistky na všeobecné použitie (istenie vedení pred preťažením i pred skratom).

Funkčné a prevádzkové triedy poistiek:

- **funkčná trieda g** – poistky s plným rozsahom istenia; trvalo vedú prúd až do hodnoty menovitého prúdu a bezpečne vypnú od najmenšieho tavného prúdu až po menovitý prúd; vedenia chránia proti preťaženiu i proti skratu,
- **funkčná trieda a** – poistky s čiastočným rozsahom istenia – chránia iba proti skratu; trvalo vedú prúd až do hodnoty menovitého prúdu ale vypínajú až od 2,7 násobku menovitého prúdu – preto sa vždy používajú s ističmi, ktoré zabezpečia ochranu proti preťaženiu.

Tab. 3.9. Funkčné a prevádzkové triedy poistiek

Funkčná trieda	Prevádzková trieda	Oblasť použitia
g Istia v celom rozsahu	gG (gL)	Ochrana vedení v celom rozsahu
	gR	Ochrana polovodičov v celom rozsahu
	gB	Ochrana zariadení stavieb v celom rozsahu
	gTr	Ochrana transformátorov v celom rozsahu
a Istia v čiastočnom rozsahu	aM	Ochrana spínačov v čiastočnom rozsahu
	aR	Ochrana polovodičov v čiastočnom rozsahu

Ističe – ističe sú istiace (ochranné) prístroje schopné reagovať na preťaženie i na skrat odpojením zariadenia (v ktorom vznikla porucha) od napájania. V ističoch nevzniká nevratná zmena (môžu sa opakovane používať).

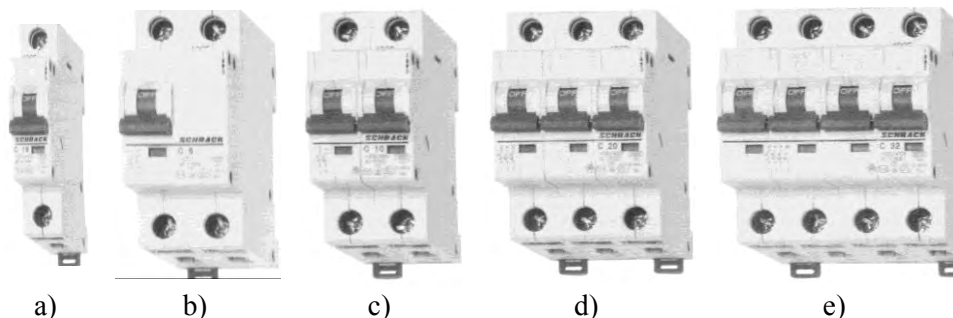
Podľa počtu pólov ističe rozdeľujeme na:

- jedнопólové
- viacпólové.

Podľa určenia použitia ističe rozdeľujeme na:

- ističe vedenia
- motorové ističe.

Vypínacia charakteristika ističov určených pre istenie vedení sa podobá vypínacej charakteristike normálnych poistiek. Vypínacia charakteristika motorových ističov sa podobá vypínacej charakteristike pomalých poistiek.



Obr. 3.9. Ističe, a) jednopólový, b) jednopólový s odpojovaním N vodiča, c) dvojpólový, d) trojpólový, e) trojpólový s odpojovaním N vodiča

Ochranné ističe – ochranný istič v sebe združuje klasický istič (nadprúdovú ochranu) a prúdový chránič (ochrana pred úrazom elektrickým prúdom).

Istiace nadprúdové relé stýkačov – tieto nadprúdové relé sú súčasťou konštrukcie stýkačov a sú zapojené v obvode cievky elektromagnetického stýkača. Používajú sa najmä pri ochrane proti preťaženiu – pri preťažení kontakty stýkača prerušia chránený obvod

Princíp činnosti ističa - istič má dva druhy spúšti – tepelná spúšť a skratová spúšť.

Tepelnú spúšť tvorí bimetal, ktorý sa zohrieva pri prechode prúdu – pri nadprúde sa teplota zvýši a bimetal sa ohne a preruší obvod. Čas vypnutia závisí od rýchlosti nárastu teploty, teda od veľkosti nadprúdu.

Skratovú spúšť tvorí elektromagnet, ktorý pri skrate reaguje okamžite. Prudká zmena prúdu vyvolá zmenu magnetického poľa, ktoré inicializuje vypínací mechanizmus. Špeciálna konštrukcia mechanizmu spúšte umožňuje dosiahnutie obmedzenia skratového prúdu (bolo to len u poistiek).

Zhášacia komora slúži na zhášanie oblúka (oblúk sa natiahne do veľkej dĺžky pri ktorej už ionizované vodivé prostredie neudrží horenie oblúka) do ktorej sa tlakom vzduchu pri pohybe kontaktov vyfúkne oblúk.

Vypínacia charakteristika ističov tab.3.10 je vo všeobecnosti definovaná v norme EN 60898.

Tab. 3.10. Vypínacie charakteristiky ističov

Charakteristika	Vypínací prúd	
	tepelná spúšť	elektromagnetická spúšť
B	1,13 I_n – 1,45 I_n	3 – 5 I_n
C		5 – 10 I_n
D		10 – 20 I_n

Vysvetlivky:

I_n – menovitý prúd

Tepelná spúšť: – pri 1,13 I_n nesmie do 1 hod. vypnúť,

– pri 1,45 I_n musí do 1 hod. vypnúť.

B – pre zariadenia s malými prúdovými rázmi (elektrické vedenia, štandardné spotrebiče),

C – pre zariadenia s prúdovými rázmi do 5 I_n (žiarovky, viacpólové asynchrónne motory),

D – pre zariadenia s veľkými prúdovými rázmi (transformátory, dvojpólové asynchrónne motory)

Nadprúdové relé a motorové spúšťáče – na istenie elektromotorov sa používajú motorové ističe alebo nadprúdové relé (tzv. tepelná ochrana) – tieto ochranné prístroje musia byť nastavené na menovitý prúd motora (prístroje obsahujú nastavovací volič menovitého prúdu motora). Nastavením sa zamedzí, aby do motora netiekol väčší prúd, ktorý by mohol poškodiť motor i keby nepoškodil vedenie.

V praxi sa používajú dva druhy nadprúdových relé – pre automatický a pre ručný režim (automaticky - nadprúdové relé, po ochladiení bimetalu automaticky zapne obvod; ručný – do stavu „zapnutý“ je potrebné ručne stlačiť tlačidlo na prístroji). Automatický režim sa používa napríklad pri výtťahoch a ručný režim pri obrábacích strojoch (zabráni sa tak nežiaducemu spusteniu motora, ktoré by mohlo byť nebezpečné).

Princíp činnosti nadprúdového relé

Nadprúdové relé funguje podobne ako tepelná spúšť ističa (bimetal, ktorý sa pri prechode prúdu zahrieva; ak sa pri zvýšení prúdu teplota zvýši, bimetal sa ohne a preruší obvod).

Vypínacia schopnosť (je to parameter udávajúci hodnotu predpokladaného skratového prúdu, ktorú musí prístroj odpojiť bez toho, že by sa poškodil. Ak je predpokladaný skratový prúd vyšší ako dokáže istič zniesť, musí sa pred takýto istič predradiť poisťka, ktorá obmedzí skratový prúd pre istič na prípustnú hodnotu.

Tab. 3.11. Farebné kódy ovládacích páčok ističov

I_n (A)	farba	I_n (A)	farba
0,16 – 1,6	Biela	20	Modrá
2	Ružová	25	Žltá
4	Hnedá	32 (poistka 35)	Fialová (čierna)
6	Zelená	40	Červená
10	Červená	50	Biela
13	Béžová	63	Červenohnedá
16	Šedá		

Kde sa umiestňujú nadprúdové istiacie prvky (nadprúdové istiace prístroje):

- na všetkých krajných (fázových) vodičoch, aby boli schopné reagovať na vzniknuté nadprúdy medzi ľubovoľnými vodičmi obvodu,
- na začiatku vedenia (smerom od zdroja),
- v miestach zmeny prierezu vedenia (na menší prierez),
- v mieste zmeny druhu a spôsobu uloženia vedenia.

Uvedené zásady možno čiastočne pozmeniť ale len pri dodržaní podmienok, ktoré sú stanovené príslušnými normami.

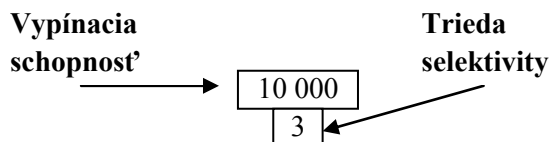
Istenie proti preťaženiu sa odporúča vynechať v takýchto prípadoch:

- budiace obvody rotačných strojov,
- napájacie obvody zdvíhacích magnetov,
- sekundárne obvody meracích transformátorov prúdu,
- inštalácie pre telekomunikácie, ovládania, signalizácie a podobne.

Selektivita istenia je také riešenie istenia pri ktorom vždy vypne ako prvý istiaci prvok, ktorý je najbližšie k miestu poruchy a je zamedzené nežiaduce pôsobenie istiacich prvkov na ostatné obvody; (hodnoty istiacich prvkov sa smerom ku zdroju zvyšujú). Vypínacie charakteristiky dvoch za sebou idúcich ističov sa nesmú prekrývať ani dotýkať.

Trieda selektivity vyjadruje hodnotu Joulovho integrálu I^2t . Definované sú tri triedy selektivity – čím vyššia je trieda selektivity, tým menšiu energiu pri skrate istič prepustí

Vypínacia schopnosť v A (3000, 6000, 10000) a trieda selektivity ističa sa udáva priamo na ističi.



Obr. 3.10. Údaje na ističi – vypínacia schopnosť a trieda selektivity

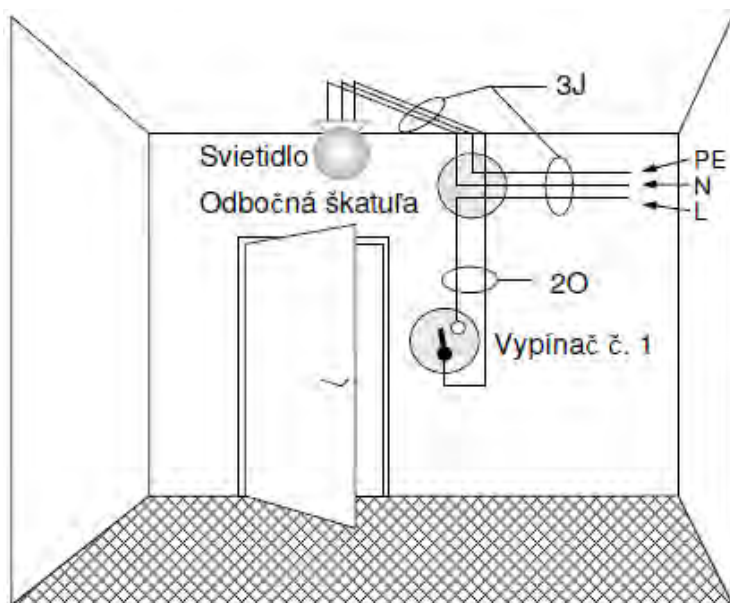
3.3.3. Svetelné obvody

Svetelný obvod predstavuje prúdový obvod pre pevné pripojenie svietidiel ovládaných spínačmi. Na jeden svetelný obvod sa môže pripojiť toľko svietidiel, aby súčet ich menovitých prúdov neprekročil menovitý prúd predradeného istiaceho prístroja, najviac však 25 A. Treba dávať pozor, aby pri pripojení väčšieho počtu žiarivkových svietidiel boli spínače s menovitou hodnotou 10 A zaťažované len na 2,5 A s ohľadom na indukčnú záťaž a z toho vyplývajúce nebezpečenstvo poškodenie spínača (zapečenie kontaktov).

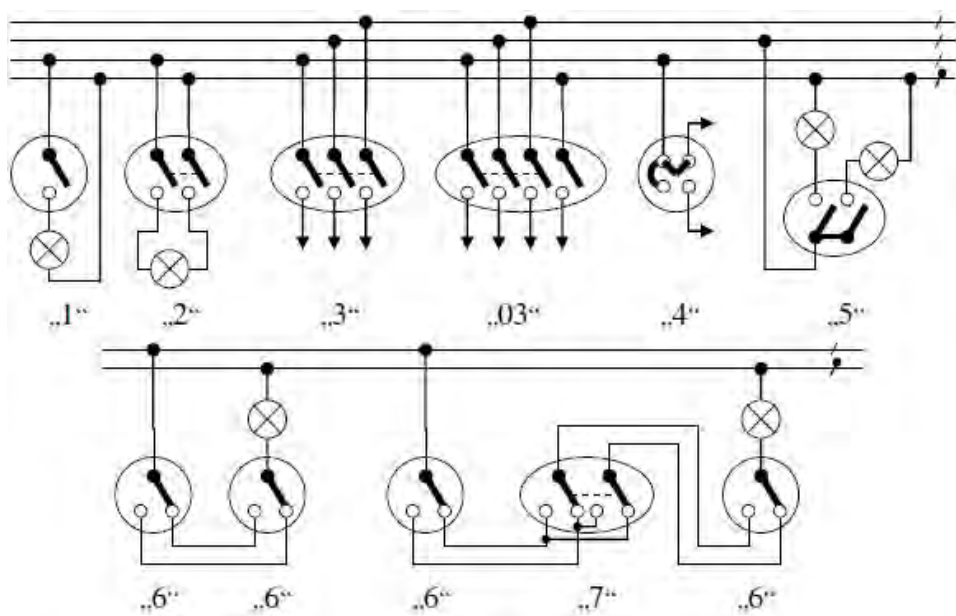
Svetelné zdroje (žiarovky, žiarivky výbojky) sa zvlášť neistia proti nadprúdu, istí sa len ich prírodné vedenie. Ak sú do svetelného obvodu zaradené zásuvky ovládané spínačmi, nesmie byť predradený istič v tomto obvode na väčší menovitý prúd, než je menovitý prúd spínača a ním ovládanej zásuvky. Spínače pre ovládanie svetelných obvodov sa umiestňujú pri vchodových dverách v miestnosti ovládaného svetelného obvodu, pokiaľ to umožňujú bezpečnostné podmienky, na tej strane, kde sa dvere otvárajú (na strane kľučky dverí).

Kolískové spínače sa osadzujú tak, aby do polohy zapnuté bolo treba stlačiť kolísku hore. Neplatí to pri striedavých a krížových prepínačoch. Páčkové spínače sa osadzujú tak, aby sa zapínali pohybom páčky hore.

Svietidlo je pripojené k svetelnému obvodu cez prírodné (napájacie) Cu vodiče z odbočovacej inštaláčnej škatule s prierezom $1,5 \text{ mm}^2$ (jednožilovými vodičmi príslušných farieb alebo káblom 3J). Z odbočovacej inštaláčnej škatule je pripojený spínač riadenia 1 (vypínač) vodičmi $2 \times \text{CY } 1,5 \text{ mm}^2$ v hnedom, sivom alebo čiernom vyhotovení v inštaláčnej rúrke.



Obr. 3.11. Príklad inštalácie svetelného obvodu



Obr. 3.12. Zapojenie spínačov radenia 1 až 7

3.3.4. Zásuvkové obvody

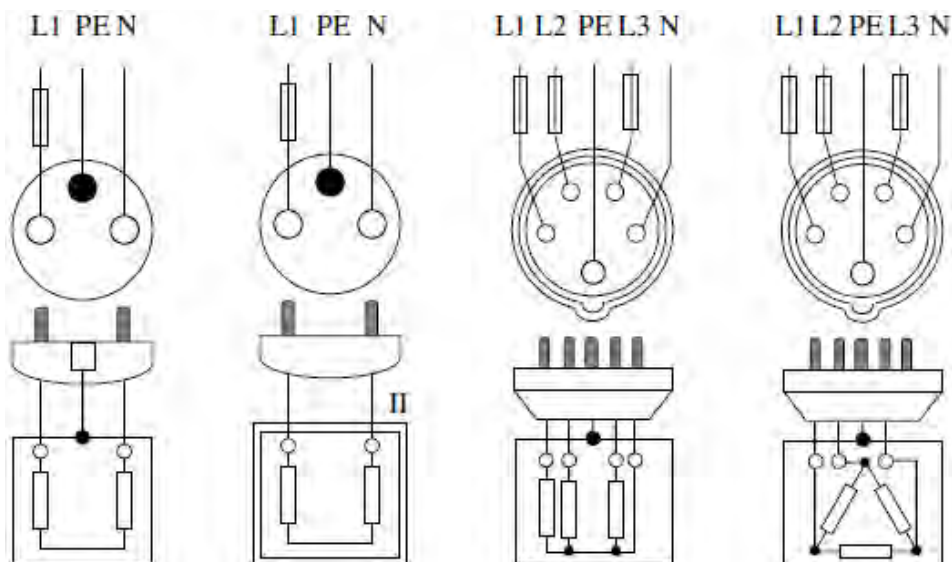
Zásuvkové obvody sa zriaďujú pre pripájanie elektrických spotrebičov vidlicou do zásuvky. Jednofázové zásuvky pevného rozvodu sa pripájajú tak, aby ochranný kolík bol hore a na tento ochranný kolík musí byť pripojený ochranný vodič PE. Na pravú dutinku sa pripája neutrálny vodič N. Na ľavú dutinku sa pripája krajný (fázový) vodič L. Na jeden zásuvkový obvod je možno inštalovať max. 10 zásuviek, pričom dvojzásuvka alebo viacnásobná zásuvka sa berie ako jedna zásuvka (za jeden zásuvkový vývod). Celkový inštalovaný príkon nesmie prekročiť pri istení 16 A 3680 kVA, pri istení 10 A 2300 VA.

Zásuvky s dvojitémi svorkami sa odporúča pripájať slučkováním. Dvojzásuvka alebo viacnásobná zásuvka je určená pre pripojenie na jeden obvod a nesmie sa pripojiť do dvoch rôznych obvodov ani sa nesmie prerušiť prepojenie oboch zásuviek.

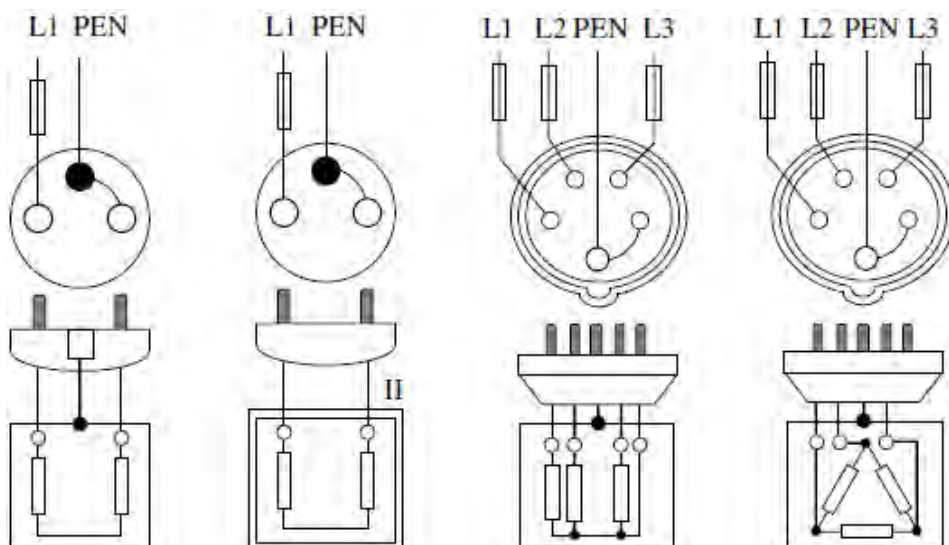
V prípade trojfázových zásuviek je možno na jeden trojfázový obvod pripojiť niekoľko trojfázových zásuviek, každú na rovnaký menovitý prúd. Trojfázové spotrebiče môžu byť pripojené na jeden obvod, pokiaľ ich celkový výkon nepresiahne 15 kVA.

Vedenie zásuvkových obvodov sa istí poistkou alebo ističom s menovitým prúdom zodpovedajúcim najvyššiemu menovitému prúdu zásuvky. Prierez vedenia musí byť taký, aby bolo zabezpečené predradeným istiacim prvkom istenie proti nadprúdu pred preťažením i skratom.

Nesmie sa zabudnúť inštalovať zásuvky prístupné ľuďom bez elektrotechnickej kvalifikácie cez prúdový chránič s menovitým vypínacím rozdielovým prúdom nepresahujúcim 30 mA.



Obr. 3.13. Príklady pripojenia spotrebičov zásuvkami v systéme TN-S



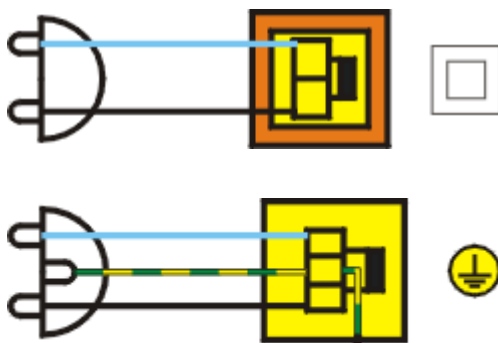
Obr. 3.14. Príklady pripojenia spotrebičov zásuvkami v systéme TN-C

3.3.5. Pohyblivé prívody (predlžovacie a šnúrové vedenia)

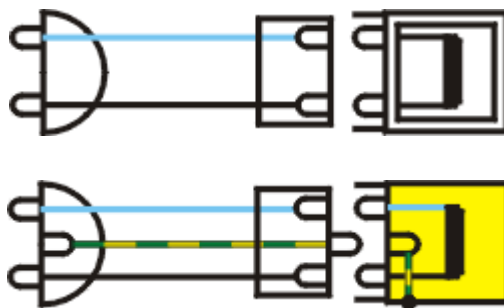
Pohyblivé prívody (STN 34 0350) sa používajú na pripájanie pohyblivých, prenosných a mobilných elektrických zariadení na pevný rozvod elektrickej energie.

Podľa druhu sa pohyblivé prívody rozdeľujú na:

1. pevné – pripojené k elektrickému zariadeniu (na druhom konci majú vidlicu);
2. oddeliteľné – ktoré majú na jednom konci vidlicu, na druhom pohyblivú nástrčku;
3. predlžovacie – s vidlicou a voľne pohyblivou zásuvkou.



Obr. 3.15. Príklady pripojenia pevných pohyblivých prívodov



Obr. 3.16. Príklady pripojenia oddeliteľných pohyblivých prívodov



Obr. 3.17. Príklady pripojenia predlžovacích pohyblivých prívodov

Vidlica môže byť len na tom konci, ktorý sa pripája na zdroj do zásuvky. Je neprípustné, aby vidlice boli na oboch koncoch pohyblivého predlžovacieho prívodu alebo šnúrového vedenia. Pohyblivé prívody pre elektrické zariadenia triedy ochrany I a šnúrové vedenia pre zariadenia nn musia mať vždy ochranný vodič, ktorý musí byť označený po celej dĺžke zeleno-žltými pruhmi. Všetky vodiče, a teda aj ochranný, musia byť v spoločnom obale. Bez ochrannej žily môžu byť len pohyblivé prívody jedným koncom pevne pripojené na svorky elektrického spotrebiča triedy ochrany II alebo III, alebo ak majú prívody nezameniteľnú zástrčku pre prípojky elektrických spotrebičov triedy ochrany II a III.

Tab. 3.12. Prierezy vodičov a ich istenie v bytoch pre sústavu TN-S

Vodič	Prierez(mm ²)	Prúdová zaťažiteľnosť(A)
Cu	0,5	3
	0,75	6
	1	10
	2,5	16
	4	25
Al	1,5	10
	4	16
	6	25

Jednofázové predlžovacie prívody musia byť vždy trojvodičové, vo vyhotovení čierna alebo hnedá, bledomodrá a zeleno-žltá, to znamená s ochranným vodičom. Predlžovacie pohyblivé prívody musia byť vybavené vidlicou a zásuvkou rovnakého vzoru, na rovnaký menovitý prúd a rovnaké menovité napätie.

Do pohyblivého prívodu je možné umiestniť dimenzovaný šnúrový spínač (max. 6 A - prispôsobený menovitému prúdu daného elektrického zariadenia a počtu žíl), s dostatočným mechanickým zaistením šnúry proti posunutiu a vytrhnutiu, spoľahlivým odľahčením od ťahu a s opatreniami proti ostrým ohybom šnúry vo vstupných otvoroch. Spínač musí byť na pohyblivom prívode umiestnený tak, aby pri bežnom používaní elektrického zariadenia neprekážal, neležal na zemi a nebol vystavený mechanickému poškodeniu. V spínači sa prerušujú len krajné (pracovné) vodiče, ostatné vodiče sú bez prerušenia.

Celková dĺžka pohyblivého prívodu (pevný/oddeliteľný + predlžovací) nesmie presiahnuť 50 m. Trojfázové stroje nn triedy ochrany I s odnímateľnou šnúrou musia mať zásuvku v obrátenom vyhotovení, t.j. vidlicu s kolíkmi, do ktorej sa zasunie pohyblivá zásuvka s dutinkami. Vidlica a pohyblivá zásuvka musia mať rovnaký tvar a musia byť dimenzované na rovnaký menovitý prúd.

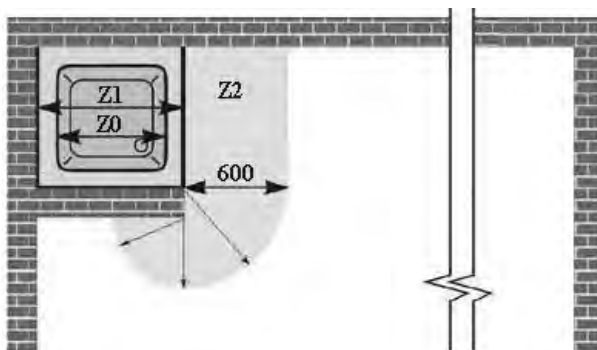
Dĺžky pohyblivých prívodov sa odporúčajú:

1,5; 2; 2,5; 3; 5; 10; 16; 25; 32; 50 m.

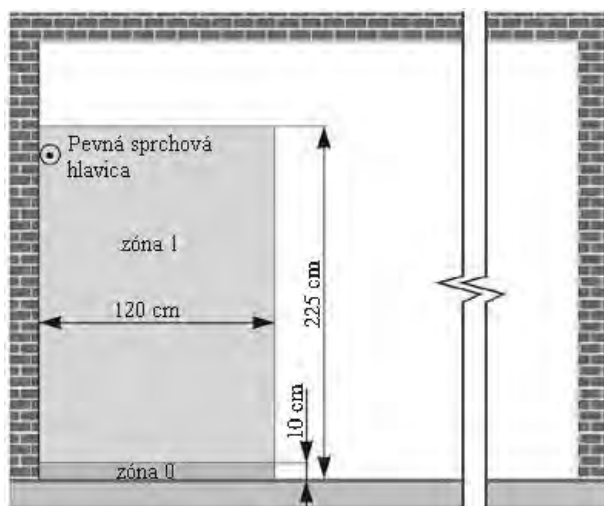
3.3.6. Elektrické inštalácie v umývacích priestoroch

Podľa novej normy [5] sa prešlo z klasifikácie štyroch zón na klasifikáciu troch zón a to zónu 0 zónu 1 a zónu 2. Rozmery zón sú merané vzhľadom na steny, pevné priečky, stropy, dvere a výklenky, ktoré vymedzujú rozsah zóny.

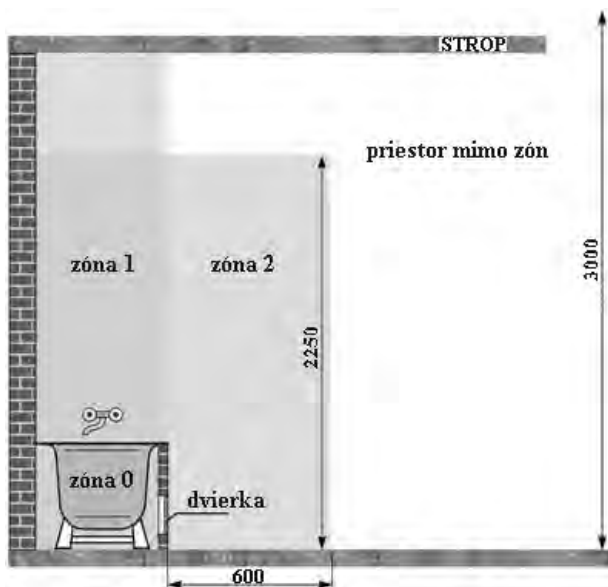
Voľba a montáž elektrických zariadení v umývacích priestoroch sa vykonáva podľa zásad platných pre jednotlivé zóny.



Obr. 3.18. Zóny v kúpeľni v priestore so sprchovou vaňou s pevnou priečkou



Obr. 3.19. Zóny v priestoroch so sprchou bez sprchovej vane



Obr. 3.20. Zóny v kúpeľni

Zóna 0 je celý vnútorný priestor kúpacej vane, alebo priestor sprchovacej vane. Pri sprchách bez vane sa priestor zóny 0 vymedzuje rovinou o výške 10 cm nad podlahou s rovnakou plochou, ako má zóna 1.

Dovolené inštalovať:

Elektrické spotrebiče je dovolené inštalovať len vtedy, ak je zariadenie:

- pevne a trvalo pripojené
- vhodné na použitie podľa inštrukcií výrobcu
- chránené pred úrazom elektrickým prúdom ochranou malým napätím SELV, ktoré nie je väčšie ako 12 V AC alebo 30 V DC

- stupeň ochrany aspoň IP X7.

Zakázané inštalovať:

- ovládače, spínače, riadiace zariadenia a príslušenstvo k nim

Zóna 1 je priestor nad vaňou do výšky 225 cm od dna vane, ak je zapustená pod podlahou, tak sa výška 225 cm meria od podlahy. Zahŕňa aj priestor pod kúpacou vaňou vyvýšenou alebo aj rôzne tvarovanou. ; V sprchovacom priestore je to celý priestor sprchovacej vane, pri sprche bez vane zóna 1 ohraničuje zvislú plochu, ktorá je vzdialená 120 cm od pevne namontovanej hlavice na stene alebo strope.

Dovolené inštalovať:

- Elektroinštalačné škatule a ich príslušenstvo slúžiace na napájanie spotrebičov dovolených v zóne 0 a 1.
- Príslušenstvo zahŕňajúce zásuvky obvodov chránených SELV alebo PELV, ktoré neprevyšujú 25 V AC alebo 60 V DC. Zdroj napájania sa musí nachádzať mimo zóny 0 a 1.
- Pevne a trvalo pripojené zariadenia, ktoré sú pre túto zónu určené výrobcom ako napríklad sušiče, vírivé vane, sprchové čerpadlá, ventilačné zariadenia, spotrebiče na ohrev vody, svietidlá a podobne, chránené pred úrazom elektrickým prúdom ochranou SELV alebo PELV neprevyšujúce 25 V AC alebo 60 V DC.
- Stupeň ochrany (IPx4– IPx5).

Zóna 2 je priestor priliehajúci k zóne 1, je široký 60 cm a siaha do výšky 225 cm, alebo do výšky 300 cm keď je výška stropu vyššia. Ak výška stropu presahuje 225 cm nad podlahou, je zónou 2 aj priestor nad zónou 1 a to až k stropu. Zónu 2 však neobsahuje sprcha bez vane, ktorej priestor je určený zónou 1 vo vzdialenosti 120 cm.

Dovolené inštalovať:

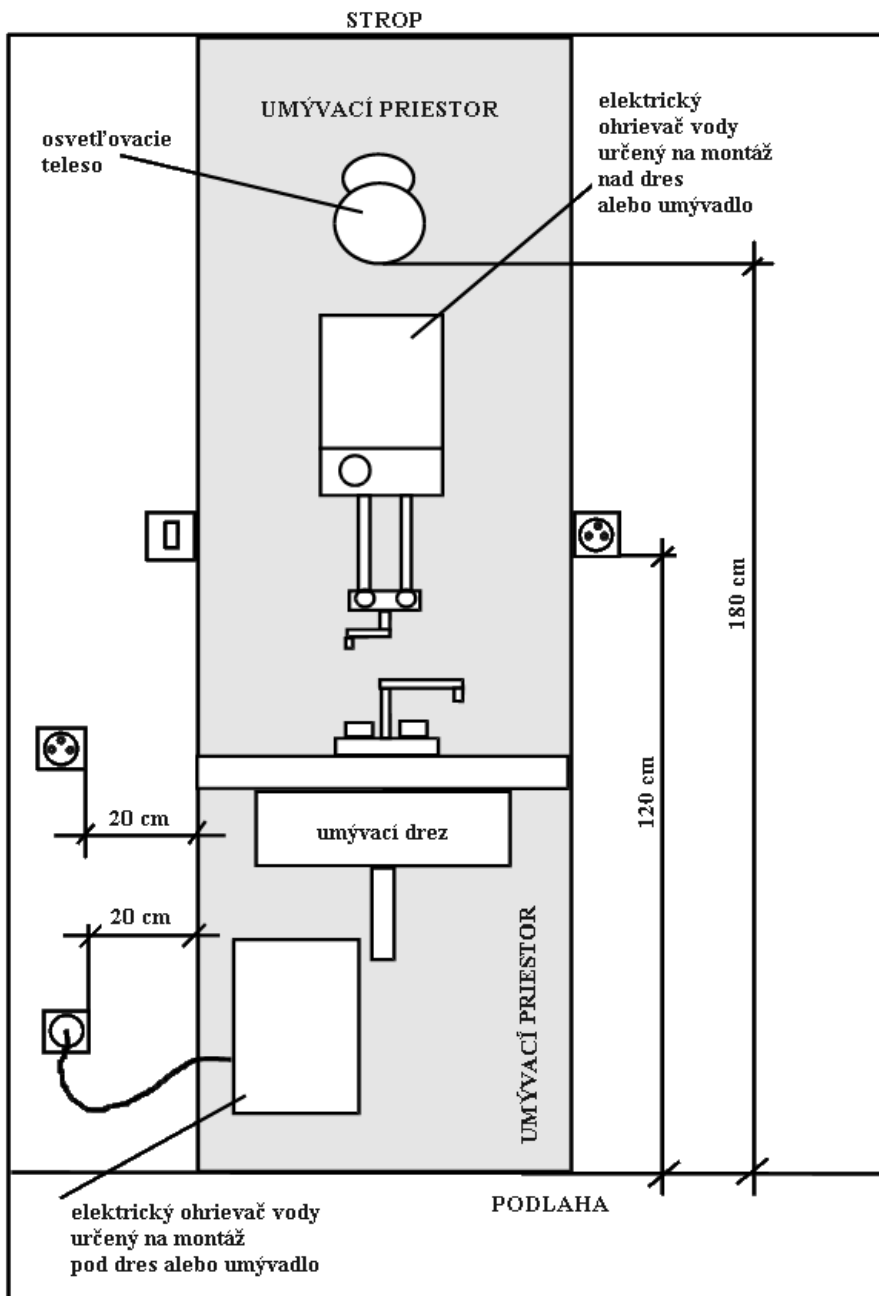
- Spínače a zásuvky chránené ochranou SELV alebo PELV. Zdroj napájania sa musí nachádzať mimo zóny 0 a 1.
- Zásuvky a príslušenstvo na signalizačné a komunikačné zariadenia, musia byť chránené ochranou SELV alebo PELV.
- Jednotky pre napájanie fény a holiaceho strojčeka.
- Svietidlá, ventilátory, výhrevné zariadenia a jednotky pre vírivé vane vyhovujúce príslušným normám, chránené ochranou zabezpečenou prúdovým chráničom RCD s menovitým rozdielovým vypínacím prúdom $I_{\Delta n} = 30 \text{ mA}$.
- Stupeň ochrany (IPx4 – IPx5).

Zakázané inštalovať:

- zásuvky NN

Umývací priestor:

Je to priestor, ktorý ohraničuje zvislou plochou umývadlo (umývací drez) a zahŕňa priestor nad a pod umývadlom (umývacím drezom) po strop, resp. podlahu.



Obr. 3.21. Elektrické zariadenia v umývacom priestore

Pre inštalovanie elektrických zariadení v umývacích priestoroch platia ustanovenia:

- krytie elektrických prístrojov, svietidiel a elektrických rozvodov musí zodpovedať vonkajším vplyvom v umývacom priestore, v ktorom sú inštalované,
- zásuvky a spínače musia byť umiestnené len mimo umývací priestor. Ak sú 1,2 m vysoko od podlahy, môžu byť umiestnené tesne na hranici umývacieho priestoru. V prípade, že sú umiestnené nižšie, musia byť vzdialené najbližším okrajom aspoň 0,2 m od umývacieho priestoru.
- Svietidlo v umývacom priestore sa upevní do výšky 1,8 m spodným okrajom od podlahy a musí byť z trvanlivého izolantu a zakryté ochranným sklom. Ak je umiestnené nižšie musí byť chránené pred mechanickým poškodením krytom. Stupeň ochrany musí byť aspoň IP X1
- Ďalšie spotrebiče možno v umývacom priestore inštalovať len vtedy, keď sú výrobcom určené do umývacieho priestoru a ich vlastnosti sú typovo overené.

Podlahové vykurovanie:

Vykurovacie káble alebo ploché ohybné vykurovacie prvky musia mať kovový kryt alebo kovovú mriežku. Kovová mriežka, kovový plášť alebo kovový kryt musia byť spojené s ochranným vodičom napájacieho obvodu (toto spojenie nie je povinné ak je pre podlahový vykurovací systém použité ochranné opatrenie SELV). Nie je tu dovolené ochranné opatrenie elektrickým oddelením.

3.3.7. Úbytok napätia v bytových domoch

Úbytok napätia v rozvode za prípojkovou skriňou v bytových domoch sa delí na jednotlivé úseky rozvodu takto:

- a) úbytok napätia v rozvode medzi prípojkovou skriňou a rozvádzačom (rozvodnicou za elektromerom) nemá presiahnuť pri:
 - svetelnom a zmiešanom (t.j. svetelnom a inom ako svetelnom) odbere 2 %,
 - odbere inom ako svetelnom 3 %.
- b) úbytok napätia od rozvádzača za elektromerom ku spotrebičom nemá presiahnuť:
 - svetelných vývodoch 2 %,
 - vývodoch pre ohrievače a variče 3 %,
 - ostatných vývodoch 5 %.

V budovách, kde je rozvod usporiadaný inak ako v bytových domoch, postupuje sa na určenie úbytku napätia v jednotlivých úsekoch rozvodu podobne.

Pokiaľ pri dimenzovaní vedení vzhľadom na ostatné požiadavky určujúce vedenie v niektorom úseku rozvodu vznikli väčšie úbytky napätia, ako je uvedené v bodoch a) a b), možno to pripustiť, nesmú sa však prekročiť vo vedení od prípojkovej skrine až k spotrebiču tieto úbytky napätia:

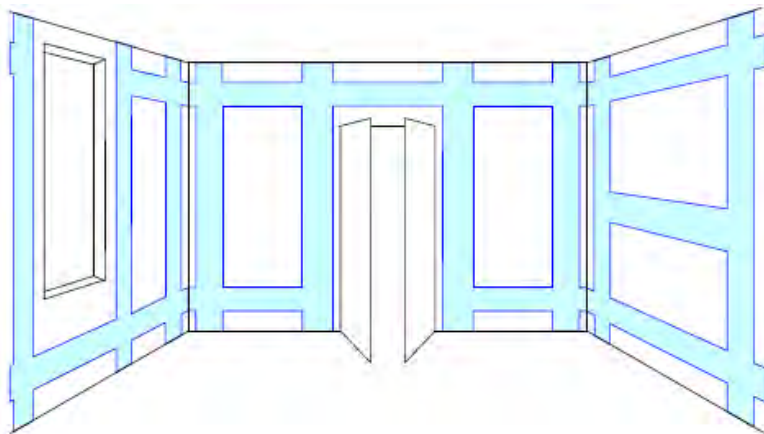
- vývody svetelné 4 %,
- vývody pre ohrievače a variče 6 %,
- ostatné vývody 8 %.

Hodnoty úbytkov napätia v percentách sa počítajú z menovitého napätia rozvodnej sústavy.

3.3.8. Zóny ukladania vedení v bytoch

Nasledujúce inštačné zásady platia pre umiestňovanie skrytých vedení (pod omietku) a tiež pre umiestňovanie zásuviek, spínačov a vývodov, ktoré sú v miestnostiach budov pre bývanie. Neplatia pre povrchovo uložené vedenie.

Účelom týchto zásad je presne vymedziť inštačné zóny, v ktorých môžu byť uložené elektrické vedenia, aby pri montáži alebo opravách ďalšieho zariadenia, poprípade pri následných prácach nebolo toto vedenie poškodené. Priestorové vymedzenie týchto zón je znázornené na obr. 3.22.



Obr. 3.22. Inštačné zóny v miestnosti

Opis inštačných zón:

- vodorovná zóna (VZ) široká 300 mm,
- vodorovná zóna horná (VZ-h) je 150 až 450 mm pod dokončeným stropom, má prednosť pred ostatnými VZ a vodiče sa ukladajú prednostne 300 mm pod dokončeným stropom,

- vodorovná zóna dolná (VZ-d) je 150 až 450 mm nad dokončenou podlahou a vodiče sa do nej ukladajú prednostne 300 mm nad dokončenou podlahou,
- vodorovná zóna stredná (VZ-s) je 900 až 1200 mm nad dokončenou podlahou v priestoroch, v ktorých pracovná plocha je pri stene (kuchyňa, dielnička a pod.), vodiče sa do nej ukladajú prednostne 1000 mm a spínače i zásuvky 1150 mm nad dokončenou podlahou,
- zvislá zóna (ZZ) široká 200 mm sa začína v rohu pod povalou a končí sa v rohu pri podlahe,
- zvislá zóna dverná (ZZ-d) je 100 až 300 mm vedľa dverového otvoru hrubej stavby:
 - pre jednokrídlové dvere na strane zámky,
 - pre dvojkrídlové dvere z oboch strán dverového otvoru,
- zvislá zóna dverná (ZZ-o) je 100 až 300 mm vedľa rohu miestnosti hrubej stavby z oboch strán okenného otvoru,
- zvislá zóna rohová (ZZ-r) je 100 až 300 mm vedľa rohu miestnosti hrubej stavby a vodiče sa do nej ukladajú prednostne 150 mm od rohu hrubej stavby.

Ukladať vodiče mimo zón možno len v nevyhnutných prípadoch, treba však zachovať tieto podmienky:

- vodiče sú v rúrkach v stenách, pričom krycia vrstva rúrok je minimálne 60 mm,
- vodiče sú v kanálikoch prefabrikovaných dielcov stavby,
- pre podlahy a stropy ukladacie zóny nie sú určené,
- pripojenie vývodov, spínačov, zásuviek, ktoré sú z nutného dôvodu mimo inštalačnej zóny, sa urobí zvislým vedením z najbližšej vodorovnej inštalačnej zóny,
- pokiaľ oznamovacie vedenie prechádza cudzími súkromnými uzamykateľnými priestormi (byty, súkromné obchody a pod.), vyžadujú si opatrenie na sťaženie nedovoleného zásahu.

3.3.9. Technologické inštalácie

Ide o inštalácie pre pevne pripojené spotrebiče. Pre pevne pripojené elektrické spotrebiče o príkone nad 2000 VA sa zriaďujú samostatne istené obvody. Pri dimenzovaní prívodov k motorom sa vychádza z menovitých prúdov ochranných prístrojov (ističov, poistiek a pod.) a vedenie sa volí tak, aby predradený istiaci prístroj chránil motory len proti skratu. Pred preťažením je možno motory chrániť tepelnými nadprúdovými relé alebo motorovými ističmi s nastaviteľným spínačom, ktorého hodnota musí byť nastavená na hodnotu menovitého prúdu motora I_n . Kým motory s ochranou pred

preťažením tepelným nadprúdovým relé musia mať navyše ochranu pred skratom predradenými poistkami, motorové ističe zaisťujú nadprúdovú ochranu motora pred preťažením aj pred skratom. Motory vstavané do spotrebičov sa istia podľa odporúčaní výrobcu.

Tepelné odporové spotrebiče so vstavaným regulačným termostatom a tepelnou poistkou alebo s regulačnými stupňami, prípadne samostatne spínanými jednotkami sa zvlášť neistia a istí sa len ich prírodné vedenie proti skratu.

Istenie ochranných transformátorov sa istí na primárnej strane ochranným prístrojom (poistkou alebo ističom) proti skratu.

Pri inštaláciách pre pevne pripojené spotrebiče sa musí **zabezpečiť rovnomerné rozdelenie výkonu** na všetky krajné vodiče.

Poznámka: V budovách, kde je zavedený plyn nesmie byť inštalovaný iskriaci zvonček!

3.3.10. Montáž elektrických zariadení do horľavých látok

Návrh, voľba druhu a vyhotovenie, spôsob uloženia elektrických zariadení na horľavých podkladoch a v horľavých hmotách sú z hľadiska bezpečnosti osôb, prevádzky a požiarnej bezpečnosti veľmi dôležité. Základné požiadavky sú uvedené v norme STN 33 2312: 1986. Cieľom tejto normy je zabrániť vznieteniu horľavých látok a šírenie požiaru vo vedeniach. Podľa ustanovení STN 73 0823 je rozdelenie stavebných látok podľa stupňa horľavosti nasledovné:

- **Stupeň horľavosti A nehorľavé**

Ide o látky, ktoré vôbec nehoria a z požiarneho hľadiska sú absolútne bezpečné. Patrí sem kameň, betón, tehly, obkladačky, tvárnice, malty, omietky (vápnové, sadrové), sklo, azbesto-cementové dosky, dupromit A, B, podlahoviny Dexamin a pod. Elektrické zariadenia je možno klásť na tieto látky i do nich bez akýchkoľvek obmedzení.

- **Stupeň horľavosti B neľahko horľavé**

Ide o látky vyhotovené z anorganických nehorľavých látok, kde sa používajú organické plnivá a spojivá, ktoré môžu byť aj horľavé, ale ich horľavosť je úplne potlačená spojením s látkou nehorľavou. Patria sem dosky z anorganických látok plnené a spájané organickými látkami (Akumin, Izomin), dosky z anorganických látok s povrchovou úpravou (sadrokartónové dosky, Heraklit, Lignos, Velox), polyvinylchlorid (Duroplast H), dosky zo sklenených vlákien (Itaver), sklená posukovaná rohož a pod. Tieto látky spĺňajú vlastnosti stavebných látok skupiny A. Hodnota Q sa pohybuje okolo 50.

- **Stupeň horľavosti C1 ťažko horľavé**

Ide o látky vyhotovené z organických horľavých látok bez kombinácie alebo s kombináciou s inými horľavými látkami (lepidla, spojivá a pod.) s ťažkou horľavosťou. Patria sem drevo (buk, dub), dosky plnené z organickými spojivami (Hobrex), pilinotrieskové dosky (Werzalit), ľahčený polystyrén (Bromkal 73-6CD), tvrdý papier (Umakart), fóliové podlahoviny (Sloviplast

VP-1P), liate podlahoviny z polyesteru a laminátu (Fortit). Elektrické zariadenia (inštalácie, rozvody a pod.) je možno klásť na tieto látky i do nich bez osobitných opatrení.

• Stupeň horľavosti C2 stredne horľavé

Ide o látky vyhotovené z organických horľavých látok bez kombinácie alebo s kombináciou s inými horľavými látkami stanovených vlastností so strednou horľavosťou. Patria sem ihličnaté drevo (jedľa, borovica, smrek), plošne lisované drevotriestkové a pilinové dosky (Piloplat, Duplex, Solodur), korkové parkety, podlahoviny z plastu a gumy (Izolit, Industrial), podlahové textílie (Raltex). Elektrické zariadenia (inštalácie, rozvody a pod.) je možno klásť na tieto látky i do nich za stanovených podmienok v norme STN 33 2312 čl. 2.12 tabuľka 1.

• Stupeň horľavosti C3 ľahko horľavé

Ide o látky vyhotovené z organických horľavých látok bez kombinácie alebo s kombináciou s inými horľavými látkami stanovených vlastností s ľahkou horľavosťou. Patria sem drevotriestkové a drevovláknité dosky (Pilolamit, Akulit, Bubolit, Hobra, Sololit), mäččený polyuretán (Molitan), podlahové textílie (Kovral, Rekos), podlahoviny (Riga, Jekor), asphaltové a dehtové lepenky (typ S, IPA a pod.). Elektrické zariadenia (inštalácie, rozvody a pod.) je možno klásť na tieto látky i do nich za stanovených podmienok v norme STN 33 2312 čl. 2.12 tabuľka 1.

Najvyššia dovolená teplota stavebnej horľavej látky (B, C1, C2, C3), ktorá má byť v priamom styku s elektrickým zariadením môže byť **max. 120°C** a to aj pri poruchových stavoch (preťaženie, skrat, uvoľnenie vodiča a pod.). Pokiaľ sú na látkach nehorľavých (A) upevnené horľavé látky stupňov horľavosti (B, C1, C2, C3) o hrúbke menšej ako 1 mm, posudzuje sa celok ako látka nehorľavá stupňa A. Elektroinštalčné krabice v stenách, v priečkach, v stropoch a podlahách musia byť pre montáž a údržbu ľahko prístupné, aby sa dali kedykoľvek ľahko otvoriť a opäť uzatvoriť. Veká krabíc musia byť viditeľné alebo ich poloha musí byť označená tak, aby ich bolo možné ľahko nájsť (napríklad krúžkom v podhlade). Elektrické rozvody, ktoré prechádzajú deliacimi konštrukciami (požiarnymi stenami alebo stropmi) musia byť pri konštrukciách do hrúbky 300 mm na celú hrúbku prestupu, pri konštrukciách do hrúbky aspoň 150 mm pri oboch koncoch konštrukcie utesnené nehorľavou hmotou. Na utesnenie je možné použiť i vývodky, pokiaľ sú nehorľavé alebo odolné proti šíreniu plameňa a spĺňajú požadovaný stupeň utesnenia vedenia. Silové vodiče a káble, inštalčné krabice, lišty, žľaby, príchytky, vývodky a pod. je možné uložiť priamo do horľavých látok stupňov horľavosti (B, C1, C2, C3) alebo na ne za predpokladu, že sú aspoň odolné proti šíreniu plameňa.

V súčasnosti vyrábané silnoprúdové káble CYKY, AYKY a šnúrové vedenia CYH, CYLY, CYSY, CMSM, CMFM, CGSU, CGTU, CGDU a CGVU sú skúšané pri výrobe na odolnosť proti šíreniu plameňa podľa STN 34 7007 a STN 34 7010 a preto je možno ich ukladať na a do horľavých podkladov (látok). Istenie silového vedenia ukladaného do horľavých látok a na ne sa má

istiť podľa STN 33 2000-5-523 proti nadprúdu prednostne ističmi. Elektrické predmety na priamu montáž do horľavých látok a na látky stupňa horľavosti B, C1, C2, C3 je možné montovať bez osobitných opatrení, pokiaľ vyhovujú predpísaným podmienkam a skúškam podľa STN 34 5618 a keď sú pre takúto montáž označené. Elektrické predmety a svietidlá, ktoré je možné montovať na horľavé látky alebo do horľavých látok sú označené značkami vid' obr.3.23.-25.



Obr. 3.23. Elektrický predmet pre montáž na horľavý podklad



Obr. 3.24. Elektrický predmet pre montáž do horľavého podkladu



Obr. 3.25. Elektrické svietidlo pre montáž na horľavý podklad

Ostatné elektrické predmety je možno ukladať do horľavých látok a na podľa stupňov horľavosti B, C1, C2, C3 len za podmienok stanovených v norme STN 33 2312. Tieto elektrické predmety sa musia oddeliť od horľavých látok buď vzduchovou medzerou alebo tepelne izolujúcou podložkou na celej styčnej ploche podľa tab.3.7.

Tab. 3.13. Oddelenie elektrických predmetov od horľavých látok

Druh elektrického predmetu	Nehorľavá tepelnoizolačná podložka alebo lôžko hrúbky [mm]	Vzduchová medzera hrúbky [mm]
Rozvádzače	10	50
Elektrické stroje	10	50
Elektrické spotrebiče	10	50
Elektrické prístroje	5	30
Elektroinštalačný materiál a prístroje*	5	30
Elektrické svietidlá	5	30
Pozn.: vzduchovú medzeru možno použiť len pri montáži na horľavé podklady (látky) * dovoľuje sa do a na horľavé podklady stupňov horľavosti B, C1, C2 montovať domové elektrické prístroje, škatuľové rozvodky a inštalačné prvky do 16 A a 400 V, keď sú odolné voči šíreniu plameňa		

Pre objekty s horľavými látkami platí norma STN 33 2000-4-482 Ochrana proti požiaru pri osobitných rizikách alebo nebezpečenstve, ktorá predpisuje na ochranu proti požiaru použitie prúdových chráničov s menovitým vypínacím rozdielovým prúdom do 300 mA, prípadne v špecifikovaných prípadoch nebezpečenstva požiaru do 30 mA.

3.3.11. Požiarna bezpečnosť elektrických inštalácií

Na súčasnú elektrickú inštaláciu v objekte budovy sú kladené viaceré požiadavky z hľadiska zabezpečenia spoľahlivej a bezpečnosti prevádzky. Jednou z požiadaviek je aj požiarna bezpečnosť. Jedným zo základných prvkov elektroinštalacyjnych obvodov predstavujú káble a vodiče. V súčasnosti sa uprednostňujú káble s medenými jadrami pred hliníkovými pre ich lepšiu vodivosť a životnosť s izoláciou aj plášťom z polyvinylchloridu (PVC). Ide prevažne o trojžilové (päťžilové) káble CYKY s plášťom čiernej farby alebo novšie v bielom vyhotovení (NYM) vhodné do podhládov v halách. Iným druhom silových celoplastových káblov sú ploché vodiče (CYKYLo, CYBY, CYBW), ktoré sú určené na rozvod priamo pod omietkou alebo do líšt, či žlabov. Tieto káble sú odolné voči šíreniu plameňa a UV žiareniu.

Takéto druhy káblov sa všeobecne označujú ZO – odolný proti šíreniu plameňa.

Majú však aj negatívne účinky pri požiari. Plast týchto káblov produkuje pri horení značné množstvo dymu a navyše uvoľňuje chlór. Pri jeho reakcii so vzdušnou vlhkosťou vzniká agresívna jedovatá kyselina chlorovodíková, ktorá spolu s ďalšími toxickými a plynými splodinami vznikajúcimi pri horení bežných káblov komplikujú likvidáciu požiaru. Navyše narušujú ocelové konštrukcie stavieb, znehodnocujú vnútorné vybavenie a elektronické zariadenia a dokonca i v častiach budovy, ktoré neboli priamo zasiahnuté požiarom. Navyše spôsobujú vážne otravy vedúce často k poškodeniu zdravia, ba až k stratám na životoch.

Pre prevenciu príčin a zníženie následkov požiaru sa v poslednom období začali aj u nás používať bezhalogénové káble, ktoré nešíria plameň a pri horení neprodukurujú toxické a korozívne splodiny. V prípade zapálenia nevytvárajú hustý dym a podstatne nezhoršujú viditeľnosť, potrebnú na likvidáciu požiaru a vyznačujú sa samozhášavým efektom. Príklad bezhalogénového silnoprúdového kábla do 1 kV nešíriaceho plameň podľa IEC 60332-3 1-CXKE-R, 1-CHKE-R. Takéto druhy káblov sa všeobecne označujú BH – bezhalogénový s nízkou hustotou dymu pri horení.



Obr. 3.26. Bezhalogénový silnoprúdový kábel

Na obr. 3.26. je príklad bezhalogénového silnoprúdového kábla do 1 kV nešíriaceho plameň s funkčnou schopnosťou počas požiaru 180 minút podľa IEC 60331 1-CHKE-V. Takéto druhy káblov sa všeobecne označujú PH – bezhalogénový počas horenia funkčný v požadovanom čase.

Od roku 2004 je v platnosti Vyhláška Ministerstva vnútra č. 94/2004 Z.z., ktorou sa stanovujú technické požiadavky na požiarnu bezpečnosť pri výstavbe a užívaní stavieb. V prílohe č. 14 tejto vyhlášky sú presne určené druhy káblov so zníženou horľavosťou, ktoré treba použiť v jednotlivých priestoroch stavieb. Uvádzame z nej zariadenia, ktoré sú počas požiaru v prevádzke a pre požiarne úseky:

A. Zariadenia, ktoré sú počas požiaru v prevádzke:

a) domáci rozhlas	druh kábla: ZO,PH
b) núdzové osvetlenie	ZO,BH,PH
c) osvetlenie chránených únikových ciest a zásahových ciest	BH,PH
d) evakuačné a požiarne výťahy	ZO,PH
e) vetranie únikových ciest	ZO,BH,PH
f) stabilné hasiace zariadenia	ZO,PH
g) elektrická požiarňa signalizácia	ZO,PH
h) zariadenie na odvod tepla a splodín horenia	ZO,BH,PH
i) zosilňovacie čerpadlá požiarneho vodovodu	ZO,PH

B. Požiarne úseky s priestorom:

a) zdravotnícke zariadenia:	
1. jasje	druh kábla: BH,ZO
2. lôžkové oddelenia nemocníc	BH,PH,ZO
3. jednotka intenzívnej starostlivosti, anestéziologicko-resuscitačné oddelenie, operačné oddelenie	BH,PH,ZO
b) stavby sociálnych služieb lôžkové časti	BH,PH,ZO
c) stavby s vnútornými zhromažďovacími priestormi (divadlá, kiná, kongresové sály, obchody, výstavníctvo):	
1. zhromažďovací priestor	BH,ZO
2. priestory, v ktorých sa pohybujú návštevníci	BH
d) stavby na bývanie (okrem rodinných domov)–komunikačné priestory	BH,ZO
e) stavby na ubytovanie viac ako 20 osôb (hotely, internáty a pod.):	
1. izby	BH,ZO
2. spoločné priestory (recepcia, reštaurácia)	BH

4. PROJEKTOVÁ DOKUMENTÁCIA

Elektrické zariadenia stavieb sú jedným druhom technického, technologického a energetického vybavenia stavieb. Základné požiadavky na projektovanie stavieb obsahuje zákon č. 50/1976 Zb. o územnom plánovaní a stavebnom poriadku, v znení neskorších predpisov (zákony č. 608/2003 Z. z., č. 612/2004 Z. z.).

Súčasťou projektovej dokumentácie je:

- územnoplánovacie podklady a územnoplánovacia dokumentácia,
- dokumentácia potrebná na vydanie územného rozhodnutia,
- dokumentácia na vydanie stavebného povolenia.

Prílohou žiadosti o vydanie stavebného povolenia je projektová dokumentácia stavby (projekt). Projekt stavby sa predkladá stavebnému odboru príslušného úradu v troch vyhotoveniach. Ak ide o jednoduchú alebo drobnú stavbu, projekt môže vypracovať osoba s príslušným odborným vzdelaním, inak projekt musí vypracovať oprávnená osoba podľa zákona č. 138/1992 Zb. o autorizovaných architektoch a autorizovaných stavebných inžinieroch, v znení neskorších predpisov (zákony č. 236/2000 Z. z., č. 554/2001 Z. z., č. 533/2003 Z. z. a č. 624/2004 Z. z.) – úplné znenie obsahuje zákon č. 362/2005 Z. z.

Pozn.: elektrotechnik, ktorý projektuje elektrické inštalácie stavieb, musí absolvovať školenie a skúšku v Komore architektov a stavebných inžinierov.

Projektovanie stavieb (vrátane technického, technologického a energetického vybavenia stavieb) vykonáva projektant, ktorý zodpovedá za správnosť a úplnosť vypracovania projektovej dokumentácie a tiež za realizovateľnosť projektu.

4.1. Činnosti od spoločenskej potreby po kolaudáciu stavby

Na schéme, na obr. 4.1 je zobrazený postup od vzniku potreby stavby až po uvedenie stavby do používania.

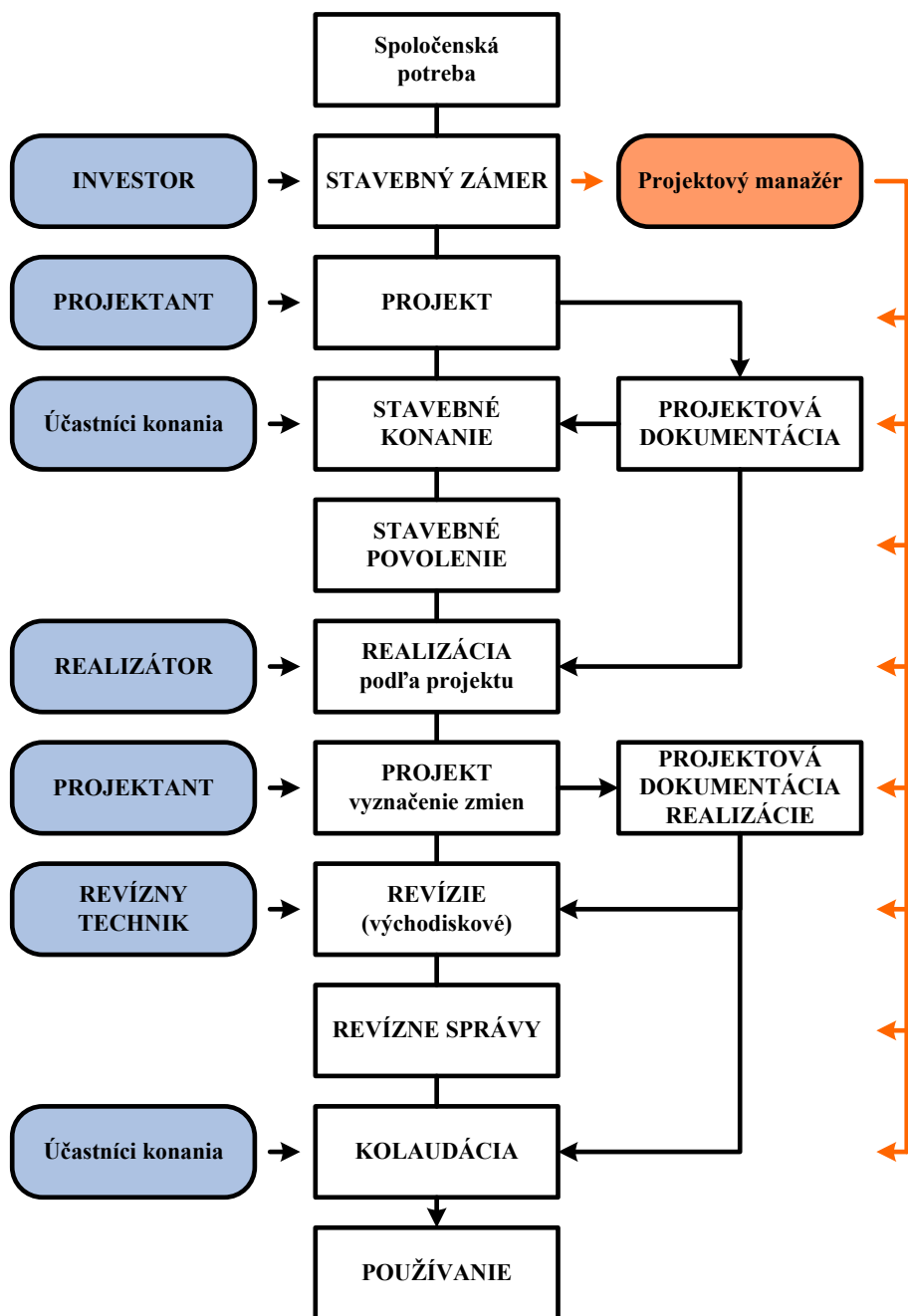
4.1.1. Prípravná fáza (stavebný zámer)

Stavebný zámer je súčasťou prípravnej fázy stavby. Rozpracováva sa tu, pre investora, dokumentácia stavebného zámeru vrátane potrebných prieskumov. Cieľom je získanie územného rozhodnutia o umiestnení stavby.

V sprievodnej správe a v prehľadových situačných správach sa uvádza:

- vykonané prieskumy (spoločenská potreba stavby, vplyv na životné prostredie, agresivita pôdy, výskyt bludných prúdov, odpor pôdy, ...),
- charakteristika územia vrátane inžinierskych sietí (všetky rozvody),
- ochranné pásma (existujúce, plánované),
- predpokladaná spotreba elektrickej energie,

- podmienky pripojenia na existujúce inžinierske siete,
- úroveň riešenia stavby (technické, technologické a ekonomické požiadavky).



Obr. 4.1. Úloha projektovej činnosti v procese výstavby

4.1.2. Projektová fáza (projekt pre stavebné konanie)

Cieľom je, aby výsledkom stavebného konania bolo stavebné povolenie. V tejto časti sa jedná o úvodný projekt (projekt súborného riešenia stavby).

Na projekt súborného riešenia stavby nadväzuje vykonávací projekt, teda realizačná časť projektovej dokumentácie (doplnenie, prehĺbenie, spresnenie rozsahu dokumentácie súborného riešenia projektu. Vykonávací projekt musí byť vypracovaný do takých podrobností, aby bol postačujúcim podkladom pre realizáciu a špecifikáciu potrebných výrobkov, profesií, prác a služieb.

Pre jednoduché stavby projektová dokumentácia nemusí mať dva stupne (úvodný projekt a vykonávací projekt). Dokumentácia sa tu vypracováva v jednom stupni úrovne vykonávacieho projektu – nazýva sa jednostupňový projekt.

ÚVODNÝ PROJEKT (projekt súhrnného riešenia) elektroinštalácie má skladbu:

- technická správa,
- výkresová časť.

Technická správa obsahuje minimálne tieto informácie:

- voľba napäťových a prúdových sústav,
- kategorizácia spotreby, bilancia ročnej spotreby elektrickej energie a spôsob jej obstarávania,
- orientačný diagram dennej spotreby elektrickej energie,
- spôsob kompenzácie účinníka,
- koncepcia riešenia siete oznamovacích zariadení.

Výkresová časť musí obsahovať minimálne:

- celková situácia so základnou schémou pripojenia stavby na verejnú rozvodnú sieť elektrickej energie (mierka 1:1000 až 1:5000),
- pripojenie oznamovacích zariadení na existujúce rozvody s vyznačením ústrední.

VYKONÁVACÍ PROJEKT elektroinštalácie má podobnú skladbu ako úvodný projekt (ako projekt súhrnného riešenia):

- technická správa,
- výkresová časť.

Vo vykonávacom projekte sa spresňujú, prehľbujú a dopĺňajú údaje uvedené v projekte súhrnného riešenia (v úvodnom projekte).

Vykonávací projekt – časť: Technická správa

Skladba technickej správy vykonávacieho projektu elektroinštalácie:

a) vonkajšie svetelné a silové rozvody

- začiatok a koniec rozvodu elektrickej energie,
- voľba prúdových sústav a napätí,
- vonkajšie vplyvy,
- napájané miesta a inštalované výkony na týchto miestach,
- kategorizácia dodávok elektrickej energie,
- voľba druhov uzemnení,
- skratové pomery, výsledky výpočtu skratov a ochrana pred skratmi,
- systémy ochrany pred úrazom elektrickým prúdom,
- úbytky napätia na trasách rozvodov,
- straty výkonu,
- opis technického riešenia,
- osobitné podmienky vyhotovenia (i vzhľadom na vonkajšie vplyvy) a montáže jednotlivých častí elektrickej inštalácie),
- osobitné požiadavky na obsluhu a prevádzku zariadení elektrickej inštalácie,
- a pod.

b) vnútorné svetelné a silové rozvody

- voľba prúdových sústav a napätí,
- vonkajšie vplyvy,
- napájané miesta a inštalované výkony na týchto miestach,
- požiadavky na ovládanie, riadenie a blokovanie jednotlivých častí,
- požiadavky na osvetlenie,
- zdroje napájania,
- stupeň dôležitosti dodávky elektrickej energie pre jednotlivé časti stavby,
- druh uzemnenia,
- ochrany pred úrazom elektrickým prúdom,
- a pod.

c) vonkajšie oznamovacie a slaboprúdové rozvody

- zdôvodnenie navrhovaného riešenia,
- typy káblov,
- situačná schéma vonkajších rozvodov,
- súbehy a kríženia so silovými rozvodmi.

d) vnútorné oznamovacie a slaboprúdové rozvody

- zdôvodnenie navrhovaného riešenia,
- napojenie na verejné zariadenia,
- umiestnenie uzlových zariadení,
- a pod.

Vykonávací projekt – časť: Výkresová časť

a) Výkresová časť vonkajších a vnútorných silových rozvodov obsahuje:

- jednopólová schéma hlavného rozvodu,
- údaje o zdrojoch a prenose elektrickej energie,
- vonkajšie rozvody (obvykle zakreslené do celkovej situácie vonkajších rozvodov jednočiarovým vyjadrením trás káblových kanálov, prechodov, podchodov a vstupov do objektu),
- schémy vnútorných rozvodov vrátane rozvádzačov a rozvodníc,
- trasy vodičov,
- druhy svietidiel a ich rozmiestnenie,
- a pod.

b) Výkresová časť vonkajších a vnútorných slaboprúdových rozvodov

- schémy rozvodov s označením pripojovacích a uzlových bodov,
- označenie typov rozvodov (audio, video, telefón, dáta, ...),
- druhy a typy káblov,
- rozmiestnenie vývodov a prístrojov.

Vykonávací projekt – časť: Zoznamy

Súčasťou vykonávacieho projektu elektroinštalácie sú i zoznamy:

- zoznam technologických elektrických zariadení,
- zoznam rozvádzačov s uvedením ich typov,
- zoznam prístrojov (typy a počty),
- zoznam inštaláčného materiálu (typy, počty, ...),
- typy a dĺžky káblov a vodičov,
- a pod.

Vykonávací projekt – časť: Prevádzková dokumentácia

Prevádzková dokumentácia je určená používateľovi elektroinštalácie a vyhotovuje sa podľa projektu skutočného vyhotovenia. Prevádzková dokumentácia obsahuje najmä návody na používanie a údržbu zariadení elektrickej inštalácie.

4.1.3. Realizačná fáza

Realizácia elektroinštalácie prebieha podľa vykonávacieho projektu elektroinštalácie.

V priebehu realizácie stavby alebo len elektroinštalácie môžu nastať situácie, ktoré bránia realizovať elektroinštaláciu podľa pôvodného vykonávacieho projektu, napríklad:

- dodatočné požiadavky investora na elektroinštaláciu,
- zmena typov prístrojov (napríklad použitie prúdových chráničov so vstavanou nadprúdovou ochranou namiesto dvojice prístrojov (istič + prúdový chránič),
- zmena trás káblových vedení,
- a pod.

Po dokončení realizácie elektroinštalácie je potrebné všetky zmeny zaznamenať do projektovej dokumentácie elektroinštalácie (alebo vyhotoviť nový projekt). Tento upravený projekt podľa skutočného vyhotovenia elektroinštalácie) – projekt skutočného vyhotovenia sa archivuje a tiež slúži pre vykonávanie revízií elektroinštalácií.

4.1.4. Východisková revízia elektrickej inštalácie

Pre vykonanie prvej revízie (východiskovej revízie) elektrickej inštalácie slúžia nasledovné podklady:

- dokumentácia elektrickej inštalácie odpovedajúca skutočnému stavu,
- protokoly o určení vonkajších vplyvov v priestoroch, kde je realizovaná elektrická inštalácia
- príslušné technické predpisy a technické normy.

Revízny technik elektrických zariadení príslušného rozsahu najčastejšie vykoná nasledovné činnosti (výsledky kontrol, skúšok a meraní potom uvedie do revíznej správy):

- prehliadka (vizuálna kontrola) – vykonáva sa na elektrickej inštalácii bez napätia; porovná sa súlad projektu a technickej realizácie, kontrola certifikačných značiek a vyhlásení o zhode, kontrola správnosti zapojenia, výskyt poškodení, meranie vzdialenosti zábran a krytov a umiestnení mimo dosahu, kontrola protipožiarnych prekážok, kontrola voľby vodičov vzhľadom na prúdovú zaťažiteľnosť a pokles napätia, voľba a nastavenie ochranných a monitorovacích prístrojov, voľba elektrických predmetov a prístrojov vzhľadom na vonkajšie vplyvy, označenie vodičov a izolácie vodičov farbami, označenie príslušnosti prístrojov, a pod.,
- meranie izolačného stavu,

- meranie spojitosti ochranných vodičov a meranie odporov spojov,
- meranie a skúšanie ochrán samočinného odpájania napájania (impedancia poruchovej slučky, uzemnenie, prúdové a napäťové chrániče),
- kontrola zaručených výkonov, strát, napätí, prúdov, účinnosti a charakteristík elektrických zariadení,
- kontrola dielektrických pomôcok, osobných pracovných prostriedkov a pomôcok, bezpečnostných tabuliek a značiek,
- revízia bleskozvodov (porovnanie s dokumentáciou, použité materiály, odpor uzemnenia, spojitosť jednotlivých častí bleskozvodu, umiestnenie zachytávačov, zvodov a uzemnení).

4.1.5. Schémy v elektrických inštaláciách

Čo je elektrické zariadenie a elektrická inštalácia:

- **elektrické zariadenie** – akékoľvek zariadenie, ktoré sa používa na výrobu, premenu, prenos, distribúciu alebo využitie elektrickej energie ako sú stroje, transformátory, prístroje, meracie prístroje, ochranné prístroje, zariadenia pre elektrické rozvody, spotrebiče, a pod.
- **elektrická inštalácia** – zostava vzájomne spolupracujúcich elektrických zariadení s koordinovanými vlastnosťami, ktoré slúžia na plnenie jedného alebo niekoľkých určených cieľov.

Tab. 4.1. Označovanie funkčných jednotiek v schémach (uvedený je výber používaných značení)

FA	istič,
FU	poistka,
FV	prepäťová ochrana (iskrište, bleskoistka, zvodíč prepätia),
FI	prúdový chránič,
G	generátor, dynamo, solárny článok, suchá batéria,
K	relé,
KM	stýkač,
M	motor,
QE	uzemňovač,
R	odpor, tlmivka,
S	spínač,
TM	výkonový transformátor,
W	vodič, kábel, prípojnice,
XT	radová svorkovnica.

Podrobnejší prehľad písmenového značenia funkčných celkov je uvedený v prílohe č. 1.

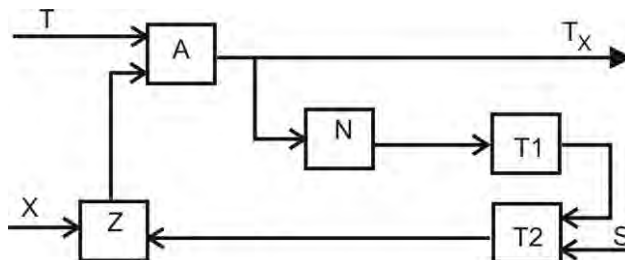
Elektrické inštalácie sa vo výkresovej časti projektovej dokumentácie znázorňujú pomocou schém.

Poznáme **schémy vysvetľujúce a vykonávacie**. Vysvetľujúce schémy slúžia na vysvetlenie činnosti príslušných elektrických zariadení. Vysvetľujúce schémy sa kreslia v ľubovoľnej mierke. Vykonávacie schémy poskytujú informácie potrebné na montáž (obsahujú skutočné rozmiestnenie jednotlivých elektrických zariadení a vnútorné a vonkajšie spoje).

Vysvetľujúce schémy

bloková schéma

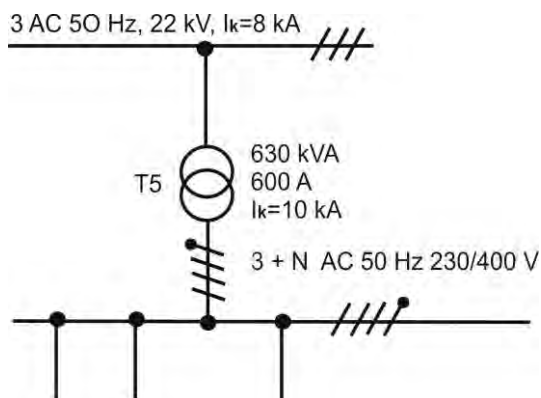
- zobrazuje vzájomné väzby medzi funkčnými celkami;
- spôsob kreslenia: jednopólovo,
- značky: blokové.



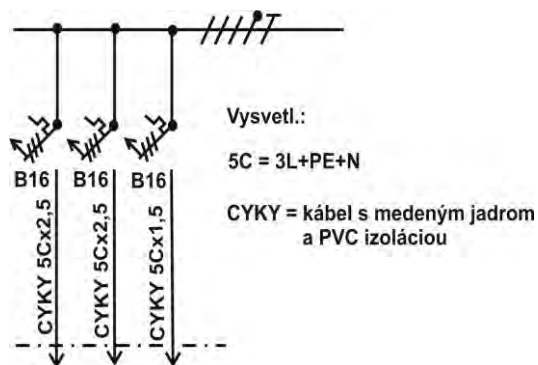
Obr. 4.2. Bloková schéma

prehľadová schéma

- objasňuje funkcie zariadení elektrickej inštalácie;
- určenie pre: prenos, výstroj, istenie, siete,
- spôsob kreslenia: jednopólovo,
- značky: prehľadové obvodové.



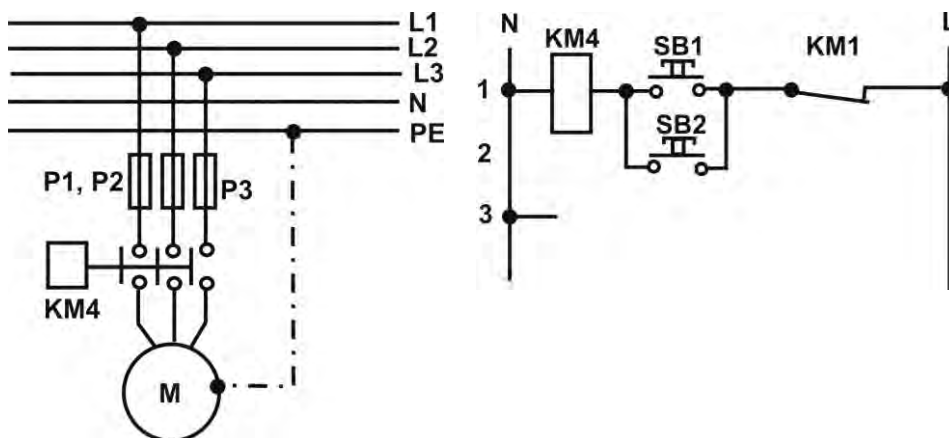
Obr. 4.3. Prehľadová jednopólová schéma (transformátorová stanica)



Obr. 4.4. Prehľadová jednopólová schéma (rozvodnica)

obvodová schéma

- podrobne vysvetľuje činnosti jednotlivých zariadení, je určená pre vypracovanie zapojovacej schémy;
- určenie pre: hlavné a pomocné obvody, funkčné jednotky, opravy,
- spôsob kreslenia: viacpólovo, riadkovo,
- značky: obvodové.



Obr. 4.5. Obvodová schéma viacpólová
vľavo: hlavné obvody, vpravo: pomocné (ovládacie) obvody










náuková schéma

- je určená pre výučbu („školské“ vysvetlenie funkcií zariadení a vzájomných väzieb medzi zariadeniami);
- spôsob kreslenia: voľne podľa konkrétnej potreby,
- značky: obvodové.

Vykonávacie schémy

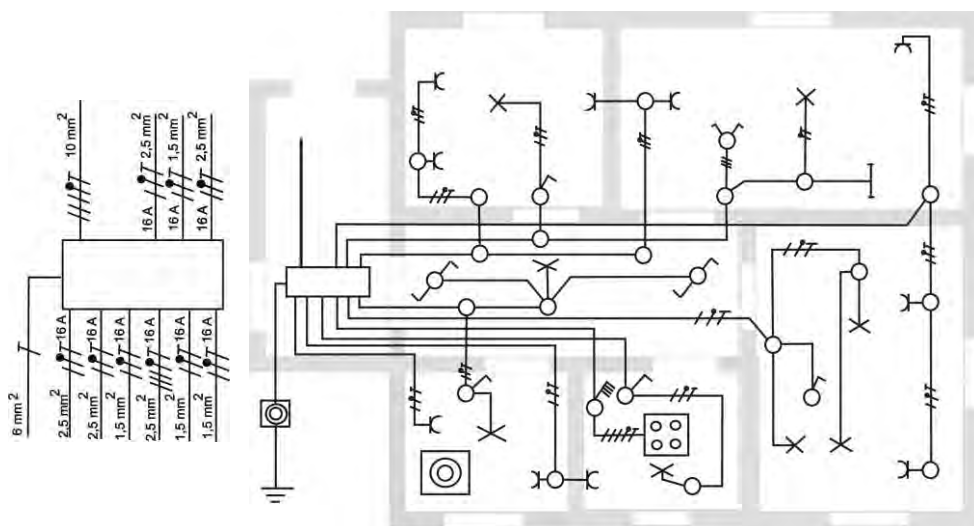
situačná schéma

- je polohopisným podkladom na rozmiestnenie elektrických zariadení príslušnej elektrickej inštalácie v objekte alebo v teréne. Obsahuje tiež polohopis rozmiestnenia prístrojov a iných objektov v jednotlivých funkčných celkoch, informácie o trasách vedení, o umiestnení spojov a pod. Situačná schéma sa zvyčajne kreslí do stavebných výkresov, máp a pod. v mierke príslušného dokumentu (1:50 alebo 1:100, 1:500). V situačnej schéme sa neuvádzajú kóty (ak to konkrétnou situáciou nie je vyžadované);
- určenie pre: rozvody a siete,
- spôsob kreslenia: polohopisne v mierke,
- značky: elektrického rozvodu a sietí.

	pohyblivé vedenie,
	vedenie obsahujúce vodiče: 3+PE+N (L2, L3, PE, N),
	inštalácia škatuľa, všeobecná značka (alebo kruhová),
	zásuvka s ochranným kontaktom,
	spotrebič – všeobecná značka,
	spínač jednopólový, radenie 1,
	svietidlo žiarovkové, všeobecná značka,
	uzemnenie, uzemňovač – všeobecná značka,
	zvodník prepätia (bleskoistka) – všeobecná značka

Obr. 4.6. Príklady značiek pre pôdorysné situačné schémy

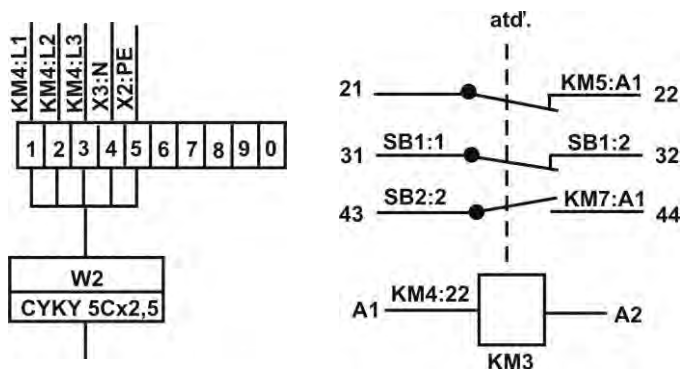
Výber ďalších značiek pre kreslenie pôdorysných situačných schém je v prílohe č. 2.



Obr. 4.7. Situačná schéma elektroinštalácie

zapojovacia schéma

- podľa nej sa vyhotovujú spoje v jednotlivých elektrických zariadeniach alebo medzi elektrickými zariadeniami elektrickej inštalácie; kreslí sa v ľubovoľnej mierke;
- určenie pre: vnútorné a vonkajšie obvody, funkčné zoskupenia, prenos signálov,
- spôsob kreslenia: vyznačené sú všetky spoje,
- značky: zapojovacie .



Obr. 4.8. Zapojovacia schéma
(vľavo: vonkajšie obvody, vpravo: vnútorné obvody)

PRÍLOHA Č. 1

Prehľad písmenového značenia funkčných jednotiek









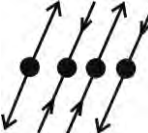
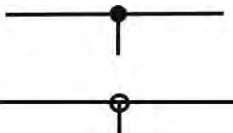
B	- snímač, čidlo, detektor, mikrofón, kamera,
C	- kondenzátor,
D	- dátové obvody, logické obvody, pamäte,
E	- žiarič (svietidlo, radiátor, laser),
F	- ochranný prístroj,
FA	- istič,
FU	- poistka,
FV	- prepäťová ochrana (iskrište, bleskoistka, zvodíč prepätia),
FI	- prúdový chránič,
G	- generátor, dynamo, solárny článok, suchá batéria,
H	- signalizačné zariadenie,
HA	- akustická signalizácia (bzučiak, siréna, húkačka, zvonček),
HL	- svetelná signalizácia (LED dióda, žiarovka, dútnavka),
K	- relé,
KA	- pomocné relé,
KD	- bezkontaktné relé,
KH	- návestné a oznamovacie relé,
KM	- stykač,
KT	- časové relé,
L	- rezerva (prdtým: tlmivka, indukčnosť, ..),
M	- motor, servomotor,
N	- analógový člen alebo zariadenie,
P	- merací prístroj,
PA	- merací prístroj prúdu,
PF	- merací prístroj frekvencie,
PV	- merací prístroj napätia,
Q	- spínač v energetických obvodoch, odpojovač,
QE	- uzemňovač,
QF	- motorový istič,
QM	- vypínač,
QS	- odpínač,
R	- odpor, tlmivka,
S	- spínač v oznamovacích a pomocných obvodoch,

SA	- spínač v pomocných obvodoch (otočný, páčkový, tlačidlový), klávesnica, myš,
SB	- tlačidlo (spínač so samočinným návratom),
SQ	- koncový vypínač,
T	- transformátor, prevodník, zosilňovač,
TA	- prístrojový transformátor prúdu,
TM	- výkonový transformátor,
TV	- transformátor napätia,
U	- izolator,
V	- filter,
W	- vodič, kábel, prípojnica, zbernica,
X	- spojovací prvok,
XC	- konektor, zásuvka, vidlica,
XJ	- skúšobná svorka,
XP	- kolík, vidlica,
XT	- radová svorkovnica







PRÍLOHA Č. 2

Značky pre pôdorysné situačné schémy



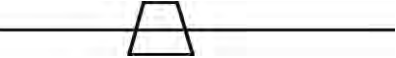

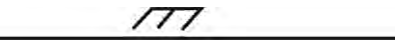
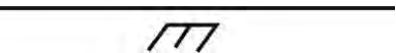

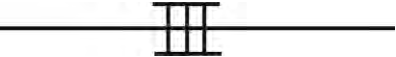
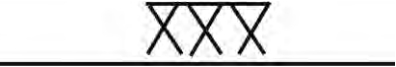
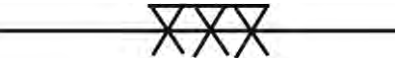


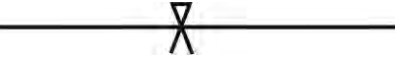



A – Elektrické siete a vedenia

Názov	Značka	číslo
Podzemné vedenie		V1
Vedenie pod vodou		V2
Vonkajšie vedenie na podperách		V3
Káblový kanál, elektroinštalčná rúrka		V4
Vedenie so vstupným otvorom (umožňuje vstup do spojovacej komory)		V5
Vedenie so spojkou uloženou v zemi		V6
Stúpacie vedenie nahor alebo zhora (na výkresoch poschodí musia sa značky kryť)		V7
Stúpacie vedenie nadol alebo zdola (na výkresoch poschodí musia sa značky kryť)		V8
Stúpacie vedenie s vyznačením smeru (na výkresoch poschodí musia sa značky kryť)		V9
Odbočenie v škatuli (nevyčiernený kruh znamená inštaláciu škatuľu)		V10

B – Silnoprúdové vedenia

Názov	Značka	číslo
Vedenie pre svetelné obvody		V11
Vedenie pre zásuvkové obvody		V12
Ochranné vedenie		V13
Vedenie pre ovládanie, meranie a signalizáciu		V14
Vedenie pre motory		V15
Vedenie pre núdzové osvetlenie		V16




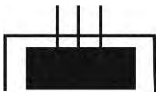
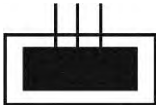
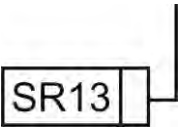


C – Uloženie a vývody silnoprúdových vedení

Názov	Značka	číslo
Pevné vedenie		V17
Pohyblivé vedenie		V18
Vedenie na izolátoroch		V19
Vedenie v rúrkach		V20
Vedenie pod povrchom (pod omietkou)		V21
Vedenie na povrchu (na omietke)		V22
Vedenie v omietke		V23
Vedenie na káblovom rošte		V24
Vedenie pod podlahou		V25
Vedenie v podlahe		V26
Vedenie v podlahovej lište		V27
Vedenie v káblovom kanáli		V28
Vedenie určené na demontáž		V29
Prázdna rúrka pre dodatočné prevlečenie vodičov		V30
Dvojitý vývod		V31
Trojité vývod		V32



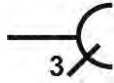


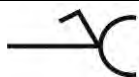

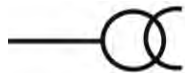
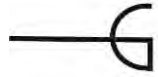

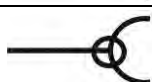



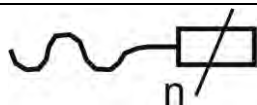
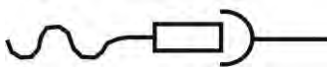
D – Označenie počtu vedení a počtu vodičov

Názov	Značka	číslo
Jednovodičové vedenie		V33
Dvojvodičové vedenie		V34
Trojvodičové vedenie		V35
n – vodičové vedenie		V36
Neutrálny vodič N		V37
Ochranný vodič PE		V38
Kombinovaný vodič PEN (plní funkcie PE a N)		V39
Príklad: 3+PE+N (3L+PE+N)		V40
Viacnásobné vedenie vyjadrené hrubou čiarou		V41
n – násobné (paralelné) vedenie		V42
Príklad: viacnásobné vedenie vyjadrené hrubou čiarou		V43
Príklad: Odbočenie z viacnásobného vedenia s uvedením počtu vodičov vo vedeniach		V44









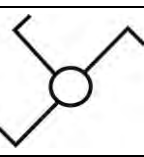
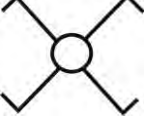
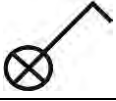


E - Rozvodné zariadenia













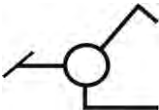
Názov	Značka	číslo
Prípojková skriňa	 alebo 	R45
Rozvodné zariadenie – všeobecná značka		R46
Nechránený silnoprúdový rozvádzač		R47
Chránený silnoprúdový rozvádzač		R48
Drobná rozvodná skrinka		R49
Inštalačná škatuľa – všeobecná značka alebo unštalačná škatuľa kruhová		R50
Inštalačná škatuľa štvorcová		R51

F - Zásuvky a vidlice


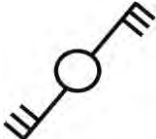



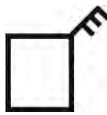
Názov	Značka	číslo
Zásuvka – všeobecná značka		Z52
Dvojitá zásuvka		Z53
Trojitá zásuvka, tri zásuvky vedľa seba		Z54
Trojitá zásuvka, tri zásuvky vedľa seba		Z55
Trojfázová zásuvka s vynačenými pólmi		Z56
Zásuvka so spínačom		Z57
Zásuvka s ochranným kontaktom		Z58
Zásuvka s oddeľovacím transformátorom		Z59
Zásuvka s nezámennými kontaktami		Z60
Chránená zásuvka s viečkom		Z61
Zásuvka s panelovou krabicou		Z62
Blokovaná zásuvka so spínačom		Z63
Vidlica – všeobecná značka		V64
Vidlica s ochranným kontaktom		V65
Vidlica s n pólmi		V66
Zásuvkové spojenie v pracovnej polohe		Z67

G - Spínače


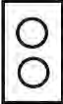





Názov	Značka	číslo
Spínač – všeobecná značka		S68
Spínač jednopólový, radenie 1		S69
Spínač dvojpólový, radenie 2		S70
Spínač trojpólový, radenie 3		S71
Spínač štvorpólový, radenie 03		S72
Prepínač striedavý, radenie 6		S73
Prepínač sériový, radenie 5		S74
Prepínač skupinový, radenie 4		S75
Prepínač sériový striedavý, radenie 5A, 5B		S76
Prepínač krížový, radenie 7		S77
Vypínač jednopólový so signálkou, radenie 15		S78
Vypínač trojpólový so signálkou, radenie 35		S79
Spínač ťahový		S80

Spínač odstredivý		S81
Spínač diaľkovo ovládaný alebo servokontakt		S82
Spínač plavákový		S83
Spínač koncový		S84
Spínač časový		S85
Spínač s časovým obmedzením		S86
Vypínač s reguláciou napätia		S87
Spínač teplotný (termostat)		S88
Termostat (staršia značka)		S89
Spínač tlakový		S90
Spínač tlakový (staršia značka)		S91
Spínač programový		S92
Vypínač nožný		S93


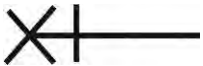








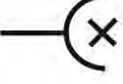

H - Spínacie a istiace prístroje

Názov	Značka	číslo
Prepínač hviezda - trojuholník		P94
Prepínač reverzačný s nulovou polohou		P95
Istič – všeobecná značka		P96
Ustič trojpólový		P97
Stykač – všeobecná značka		P98
Stykač trojpólový		P99




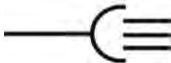








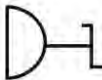
I - Tlačidlá a signálky

Názov	Značka	číslo
Ovládacie tlačidlo		T100
Ovládacie dvojtláčidlo		T101
Ovládacie trojtláčidlo		T102
Dvojtláčidlo so signálkou		T103
Trojtláčidlo so signálkou		T104
Svetelný nápis (napríklad reklama)		T105
Návestné tablo s n signálkami		T106





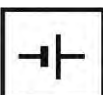


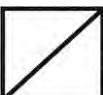
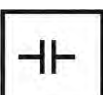
J - Svietidlá

Názov	Značka	číslo
Svietidlo žiarovkové, všeobecná značka		S107
Svietidlo žiarovkové nástenné		S108
Svietidlo poplašné		S109
Svietidlo pre núdzové osvetlenie		S110
Svietidlo so spínačom		S111
Svietidlo žiarivkové, všeobecná značka a jedno trubicové		S112
Svietidlo žiarivkové dvojtrubicové		S113
Svietidlo žiarivkové trojtrubicové		S114
Svietidlo kombinované pre žiarovky a žiarivky		S115
Svietidlo výbojkové		S116
Svetlomet žiarovkový		S117
Svetlomet výbojkový		S118




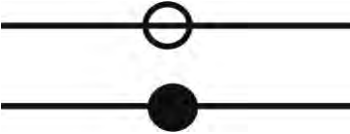
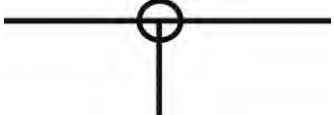
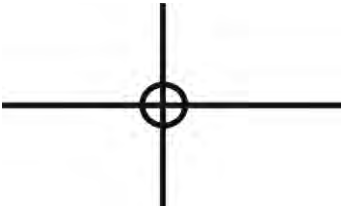






K - Spotrebiče

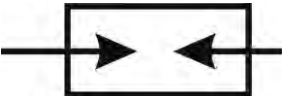
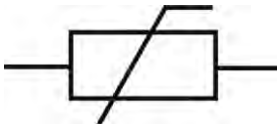
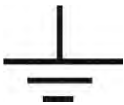



Názov	Značka	číslo
Spotrebič – všeobecná značka		B119
Tepelný spotrebič		B120
Akumulačné kachle		B121
Infražiarič		B122
Ohrievač vody (bojler)		B123
Elektrický sporák		B124
Umývačka riadu		B125
Pračka		B126
Mikrovlnová rúra		B127
Kombinovaná chladnička - mraznička		B128
Sušička		B129
Motor		B130
Ventilátor		B131

L - Zdroje









Názov	Značka	číslo
Generátor		G132
Synchronný kompenzátor		G133
Transformátor		G134
Usmerňovač		G135
Batéria		G136
Zosilňovač		G137
Spúšťač		G138
Menič		G139
Kondenzátorová batéria		G140

M - Bleskozvody, prepäťové ochrany




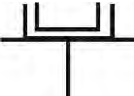
Názov	Značka	číslo
Viditeľné vedenie bleskozvodu		H141
Zakryté vedenie bleskozvodu		H142
Zberná tyč alebo zakončenie zberného vedenia ako tyče		H143
Vodivé spojenie – všeobecná značka		H144
Odbočenie – všeobecná značka		H145
Krížové odbočenie – všeobecná značka		H146
Skúšobná svorka		H147
Skúšobná svorka v skrini na objekte		H148
Skúšobná svorka v skrini s ochranným poklopom umiestneným v zemi		H149
Zvodič prepätia (bleskoistka) – všeobecná značka		H150
Zvodič prepätia – alternatívna značka		H151
Iskrište – všeobecná značka		H152

Zvodič prepätia triedy B		H153
Zvodič prepätia triedy C (s varistorom)		H154
Uzemnenie, uzemňovač – všeobecná značka		H155
Uzemňovač doskový		H156
Uzemňovač tyčový		H157
Uzemňovač lúčový		H158










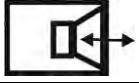

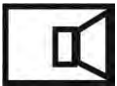
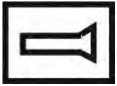

N - Slaboprúdové rozvody

Názov	Značka	číslo
Vedenie pre telefón Pozn.: Ak prevláda na výkrese iné vedenie s takýmto vyjadrením, môže sa vedenie pre telefón kresliť značkou M163 (alebo sa navyše označí popisom alebo sa odliší farbou)		M15 9
Vedenie pre požiarňú signalizáciu a bezpečnostné zariadenia		M16 0
Vedenie pre elektrické hodinové zariadenia		M16 1
Vedenie pre návestné a signalizačné zariadenia		M16 2
Vedenie pre telefón na výkresoch, kde je použitá značka M159 na iné vedenia, alebo pre telefón na výkrese silového zariadenia		M16 3
Vedenie pre rozhlas a televíziu		M16 4
Vedenie pre anténny rozvod		M16 5
Vedenie pre iné zariadenie		M16 6

O - Slaboprúdové zásuvky

Názov	Značka	číslo
<p>Zásuvka pre oznamovacie zariadenie – všeobecná značka</p> <p>Označenie – pre aké zariadenie sa jedná:</p> <p>TP – telefón</p> <p>TV – televízia</p> <p>TX – telex.</p> <p>M – mikrofón</p> <p>FM – frekvenčná modulácia</p> <p> reproduktor</p>		M167
Zásuvka anténna – všeobecná značka		M168
Zásuvka anténna koaxiálna		M169

P - Slaboprúdové zariadenia

Názov	Značka	číslo
Mikrofón		M170
Anténa – všeobecná značka		M171
Telefón domový hlasito hovoriaci		M172
Telefón domový hlasito hovoriaci so zvonkovým tlačidlom		M173
Telefón domový hlasito hovoriaci s tlačidlovým tablom		M174
Nástenný domáci telefónny prístroj s tlačidlom pre ovládanie		M175
Elektrické hodiny (druhotné) Pozn.: číslo udáva počet ciferníkov		M176
Časová ústredňa		M177
Elektrický otvárač dverí (elektrický zámok)		M178
Dorozumievacie zariadenie		M179
Reproduktor		M180
Rozhlasový prijímač		M181
Televízny prijímač		M182
Televízna kamera		M183

Zoznam použitej literatúry

- [1] Novák, M., Kopecký, V., Roch, M., Braciník, P.: Elektroenergetika, MARKAB s.r.o., Žilina, 2007
- [2] Kopecký, V.: Elektrické rozvody a inštalácie – 2, MARKAB, Žilina, 2007,
- [3] Huna R., Staroňová J., Ponevác R., Janove V.: Ochrana pre úrazom el. prúdom na el. inštaláciách a pri obsluhu el. zariadení do 1000 V, Pracovisko pre odbornú spôsobilosť elektrotechnikov Liptovský Mikuláš 2001
- [4] HUNA, R., STAROŇOVÁ, J.: Inštalácia bezpečnostných zásuviek s prúdovým chráničom, XIX. odborný seminár, Bezpečnosť práce na elektrických inštaláciách a elektrických zariadeniach 24. februára 2011, Liptovský Mikuláš
- [5] PONEVÁČ, R., JANOVE, V.: *Ochrana pred zásahom elektrickým prúdom*, Stredná odborná škola elektrotechnická, Centrum odborného vzdelávania, a prípravy pre elektrotechniku, Žilina
- [6] Altus, J: Prenos elektrickej energie, EDIS, Žilina, 2004
- [7] Kopecký, V.: Odborná spôsobilosť v elektrotechnike, MARKAB, Žilina, 2012

Zoznam odporúčanej literatúry

- [8] STN IEC 60050-195 (33 0050): 1999, Medzinárodný elektrotech. slovník. Kapitola 195. Uzemňovanie a ochrana pred úrazom elektrickým prúdom.
- [9] STN 33 0110 (33 0110): 2000, Napäťové pásma pre elektrické inštalácie budov.
- [10] STN 33 0120: 2002 + O1, Normalizované napätia IEC
- [11] STN EN 61293 (33 0150): 2000 + O1, Označovanie EZ menovitými údajmi vzťahujúcimi sa na elektrické napájanie. Požiadavky na bezpečnosť.
- [12] STN 33 0160: 2000 + STN EN 60445: 2007, Identifikácia svoriek zariadení a zakončení vybraných vodičov; pravidla písmenovo-číslícového systému
- [13] STN EN 60446 (33 0165): 2008, Základné a bezpečnostné zásady pre rozhranie človek-stroj, označovanie a identifikácia. Identifikácia vodičov farbami alebo písmenovo-číslícovým systémom.
- [14] STN EN 60445 (33 0160): 2011 Základné a bezpečnostné zásady pre rozhranie človek-stroj, označovanie a identifikácia. Identifikácia svoriek zariadení a prípojov vodičov a vodičov
- [15] STN EN 60529 (33 0330): 1993 + A1, AC, Stupne ochrany krytom (krytie – IP kód).
- [16] STN 33 3051: 1992, Ochrany elektrických strojov a rozvodných zariadení.

- [17] STN 33 1600: 1996, + Z1: 2011, Elektrotech. predpisy. Revízie a kontroly elektr. ručného náradia počas používania.
- [18] STN 33 1610 (33 1610): 2002 + Z1: 2011, Revízie a kontroly elektrických spotrebičov počas ich používania.
- [19] STN 33 2000-1: 2009, Elektrické inštalácie budov. Časť 1: Základné princípy, stanovenie všeobecných charakteristík, definície.
- [20] ČSN 33 2000-4-41: 2000 Elektrotechnické predpisy. Elektrické zariadenia. Časť 4: Bezpečnosť. Kapitola 41: Ochrana pred úrazom elektrickým prúdom.
- [21] STN 33 2000-4-41 (33 2000): 2007 + O1, Elektrické inštalácie nízkeho napätia. Zaistenie bezpečnosti. Kapitola 41: Ochrana pred zásahom elektrickým prúdom.
- [22] STN 33 2000-4-42: 2001, El. inštal. budov Časť 4: Zaistenie bezpečn. Kap. 42: Ochrana pred účinkami tepla
- [23] STN 33 2000-4-43 (33 2000): 2004 + O1 + STN 33 2000-4-43: 2010, Elektrické inštalácie budov. Časť 4: Zaistenie bezpečnosti. Kapitola 43: Ochrana pred nadprúdom.
- [24] STN 33 2000-4-45: 2001, El. Inštal. budov. Časť 4: Zaist. bezpečnosti. Kap. 45: Ochrana pred podpäťm.
- [25] STN 33 2000-7-702: 2011 Elektrické inštalácie nízkeho napätia. Časť 7-702: Požiadavky na osobitné inštalácie alebo priestory. Bazény a fontány
- [26] STN 33 2000-4-473: 1995 + O1, Elektrotechnické predpisy. Elektrické zariadenia. 4.časť. Bezpečnosť. Kapit. 47: Použitie ochranných opatrení na zaistenie bezpečn. Oddiel 373: Opatrenia na ochranu proti nadprúdom.
- [27] STN 33 2000-4-482: 2001, Elektrické inštalácie budov. Časť 4: Zaistenie bezpečnosti. Kapitola 48: Výber ochranných opatrení vzhľadom na vonkajšie vplyvy. Oddiel 482: Ochrana proti požiaru
- [28] STN EN 33 2000-5-51: 2010, Elektrické inštalácie budov. Časť 5: Výber a stavba EZ Kapitola 51: Spoločné pravidlá.
- [29] STN 33 2000-5-52 (33 2000): 2001 + A1, Elektrické inštalácie budov. Časť 5: Výber a stavba elektrických zariadení. Kapitola 52: Elektrické rozvody.
- [30] STN 33 2000-5-54 : 2008, Elektrické inštalácie nízkeho napätia. Časť 5-54: Výber a stavba elektrických zariadení. Uzemňovacie sústavy, ochranné vodiče a vodiče na ochranné pospájanie.
- [31] STN EN 61310-1 (33 2200): 2008, Bezpečnosť strojových zariad. Indikácia, označovanie a ovládanie. Časť 1: Požiadavky na vizuálne, akustické a dotykové signály.
- [32] STN 33 2000-7-701 (33 2000): 2007, Elektrické inštalácie nízkeho napätia. Časť 7-701: Požiadavky na osobitné inštalácie alebo priestory. Priestory s vaňou alebo sprchou.

- [33] STN 33 2000-7-702: 2004, Elektrické inštalácie budov. Časť 7: Požiadavky na osobitné inštalácie alebo priestory. Oddiel 702: Plavárne a iné vodné nádrže
- [34] STN 33 2000-7-703: 2006, Elektrické inštalácie budov. Časť 7-703: Požiadavky na osobitné inštalácie alebo priestory. Miestnosti a kabíny so saunovými ohrievačmi
- [35] STN 33 2000-7-704: 2007 + C1, Elektrické inštalácie nízkeho napätia. Časť 7-704: Požiadavky na osobitné inštalácie alebo priestory. Inštalácie na staveniskách a búraniskách
- [36] STN 33 2000-7-705: 2007 + C1, Elektrické inštalácie nízkeho napätia. Časť 7-705: Požiadavky na osobitné inštalácie alebo priestory. Poľnohospodárske a záhradnícke prevádzkarne.
- [37] STN 33 2000-7-706: 2007, Elektrické inštalácie nízkeho napätia. Časť 7-706: Požiadavky na osobitné inštalácie alebo priestory. Vodivé priestory s obmedzenou možnosťou pohybu
- [38] STN 33 2000-7-708: 2006 + STN 33 2000-708: 2010, Elektrické inštalácie budov. Časť 7: Požiadavky na osobitné inštalácie alebo priestory. Oddiel 708: Elektrické inštalácie v kempingoch
- [39] STN 33 2000-7-711: 2004, Elektrické inštalácie budov. Časť 7-711: Požiadavky na osobitné inštalácie alebo priestory. Výstavy, prehliadky a stánky
- [40] STN 33 2000-7-712: 2006 + C1, Elektrické inštalácie budov. Časť 7-712: Požiadavky na osobitné inštalácie alebo priestory. Solárne fotovoltické (PV) napájacie systémy
- [41] STN 33 2000-7-714: 2003, Elektrické inštalácie budov. Časť 7: Požiadavky na osobitné inštalácie alebo priestory. Oddiel 714: Inštalácie vonkajšieho osvetlenia
- [42] STN 33 2000-7-715: 2006, Elektrické inštalácie budov. Časť 7-715: Požiadavky na osobitné inštalácie alebo priestory. Inštalácie osvetlenia na malé napätie
- [43] STN 33 2000-7-717: 2005 + STN 33 2000-7-717: 2010, Elektrické inštalácie budov. Časť 7-717: Požiadavky na osobitné inštalácie alebo priestory. Mobilné alebo prepravné jednotky
- [44] STN 33 2000-7-740: 2007, Elektrické inštalácie budov. Časť 7-740: Požiadavky na osobitné inštalácie alebo priestory. Dočasné elektrické inštalácie pre konštrukcie (stavby), prostriedky určené na zábavu a prístrešky na výstaviskách, v zábavných parkoch a v cirkusoch
- [45] STN 33 2000-7-753: 2004, Elektrické inštalácie budov. Časť 7: Požiadavky na osobitné inštalácie alebo priestory. Kapitola 753: Podlahové a stropné vykurovacie systémy
- [46] STN 33 2000-7-754: 2006 + STN 33 2000-7-721: 2010, Elektrické inštalácie budov. Časť 7: Požiadavky na osobitné inštalácie alebo priestory. Oddiel 754: Elektrické inštalácie v karavanoch a v motorových karavanoch

- [47] STN EN 61140 (33 2010): 2004 + A1, Ochrana pred zásahom el. prúdom. Spoločné hľadiská pre inštaláciu a zariadenia.
- [48] STN 33 2130: 1983,+ a, Z2, Z3, Elektrotechnické predpisy. Vnútorne elektrické rozvody
- [49] STN 33 2180: 1979 + a, Elektrotechnické predpisy STN. Pripájanie elektrických prístrojov a spotrebičov.
- [50] STN 33 2312: 1985 + Z1, Elektrotechnické predpisy. Elektrické zariadenia v horľavých látkach a na nich
- [51] STN 33 2190: 1986, Elektrotechnické predpisy. Pripájanie elektrických strojov a pohonov elektromotormi.
- [52] STN EN 60079-10 (33 2320): 2004, EZ do výbušných atmosfér. Časť 10: Určovanie priestorov s nebezpeč. výbuchu.
- [53] STN EN 60079-11 (33 2320): 2007, Výbušné atmosféry. Časť 11: Ochrana zariadení iskrovou bezpečnosťou „i“
- [54] STN EN 60079-14 (33 2320): 2009, Výbušné atmosféry, Časť 14:Návrh, výber a montáž elektrických inštalácií.
- [55] STN 33 3080: 1978 + a, b, Elektrotechnické predpisy. Kompenzácia indukčného výkonu statickými kondenzátormi.
- [56] STN 33 3201:2004 + C1 1 STN EN 61936-1: 2011 + STN EN 50522: 201 Elektrické inštalácie so striedavým napätím nad 1 kV, Spoločné pravidlá. Uzemňovania
- [57] STN 33 3210: 1987 Elektrotechnické predpisy. Rozvodné zariadenia. Spoločné ustanovenia.
- [58] STN 33 3320 (33 3320): 2002, Elektrické prípojky.
- [59] STN 34 0350: 1964 + a, Z2, Elektrotechnické predpisy STN. Predpisy pre pohyblivé káble a šnúrové vedenia.
- [60] STN 34 7411: 2003 Označovanie žíl v kábloch a ohybných šnúrach
- [61] STN EN 62305-1 (34 1390): 2012, Ochrana pred bleskom. Časť 1: Všeobecné princípy.
- [62] STN EN 62305-2 (34 1390): 2008, Ochrana pred zásahom bleskom. Časť 2: Manažérstvo rizika.
- [63] STN EN 62305-3 (34 1390): 2012 Ochrana pred bleskom. Časť 3: Hmotné škody na stavbách a ohrozenie života.
- [64] STN EN 62305-4 (34 1390): 2013, Ochrana pred zásahom bleskom. Časť 4: Elektrické a elektronické systémy v stavbách.
- [65] STN 34 1390: 1970 + a Elektrotechnické predpisy. Predpisy na ochranu pred bleskom
- [66] STN 34 3085: 1961, Elektrotechnické predpisy. Predpisy pre zaobchádzanie s elektrickým zariadením pri požiaroch a zátopách.
- [67] STN 34 3100 (34 3100): 2001, Bezpečnostné požiadavky na obsluhu a prácu na elektrických inštaláciách.

- [68] STN 34 3103: 1967 + a, Elektrotechnické predpisy. Bezpečnostné predpisy pre obsluhu a prácu na el. prístrojoch a rozvádzačoch
- [69] STN 34 3108: 1968, Elektrotechnické predpisy STN. Bezpečnostné predpisy o zaobchádzaní s elektrickým zariadením pracovníkmi zoznámenými.
- [70] STN 34 3109: 1972, Elektrotechnické predpisy. Bezpečnostné predpisy pre činnosť na trakčnom vedení a v jeho blízkosti
- [71] STN 34 7409 (34 7409): 2001 + A1, Systém označovania káblov a vodičov.
- [72] STN EN 60799 (34 7502): 2001, Elektrické príslušenstvá. Prívodné šnúry a prepájacie šnúry.
- [73] STN EN 60034-5 (35 0000): 2002 + A1, Točivé elektrické stroje. Časť 5: Stupne ochrany krytmi točivých elektrických strojov (kód IP). Klasifikácia
- [74] STN EN 60898 (35 4170): 2007, Ističe na nadprúdové istenie domových a podobných inštalácií
- [75] STN EN 61008 (35 4182): 2005 + zmeny, Prúdové chrániče bez vstavanej nadprúd. ochrany (RCCB). Všeobec. pravidlá
- [76] STN EN 61009-1 (35 4183): 2005 + zmeny, Prúdové chrániče so vstavanou nadprúdovou ochranou (RCBO). Všeobecné pravidlá
- [77] STN EN 62020 (35 4184): 2001 + A1, Elektrické príslušenstvo. Monitory rozdielového prúdu (RCM)
- [78] STN EN 61557-8 (35 6230): 2008, Elektrická bezpečnosť v nízkonapäťových rozvodných sieťach so striedavým napätím do 1 kV a s jednosmerným napätím do 1,5 kV. Zariadenia na skúšanie, meranie alebo sledovanie činnosti prostriedkov ochrany. Časť 8: Sledovače izolačného stavu v rozvod. zar.
- [79] STN EN 60950-1 (36 9060): 2007, Zariadenia informačných technológií. Časť 1: Všeobecné požiadavky
- [80] STN 01 8012-1:2000 + O1, Bezpečnostné farby a značky. Časť 1: Definície a požiadavky na vyhotovenie
- [81] STN EN 60071-1 (33 0400): 2007 + A1, Koordinácia izolácie Časť 1: Definície, zásady a pravidlá
- [82] STN 34 5611: 1970 + a, Základné skúšky bezpečnosti elektrických predmetov. Elektrické skúšky elektrických predmetov.
- [83] STN EN 60439-1 (35 7107): 2002, Nízkonapäťové rozvádzače. Časť 1: Typovo skúšané a čiastočne typovo skúšané rozvádzače
- [84] STN EN 60909 (33 3020): 2010, Skratové prúdy v trojfázových striedavých sústavách
- [85] STN IEC 60781 (33 3021): 1995, Návod na výpočet skratových prúdov v lúčových sieťach

- [86] STN EN 61008-1: 2005 Prúdové chrániče bez vstavanej nadprúdovej ochrany pre domácnosti a na podobné použitie (RCCB) Časť 1: Všeobecné pravidlá
- [87] STN EN 62262 (33 0330): 2001 + zmeny, Stupne ochrany elektrických zariadení proti vonkajším mechanickým nárazom krytmi (kód IK)
- [88] STN EN 13501-1+A1: 2010, Klasifikácia požiarnych charakteristík stavebných výrobkov a prvkov stavieb. Časť 1: Klasifikácia využívajúca údaje zo skúšok reakcie na oheň.
- [89] STN 73 0823: 1983 + Z1, Požiarnotechnické vlastnosti hmôt. Stupeň horľavosti stavebných hmôt.
- [90] STN 73 0862 Stanovenie stupňa horľavosti stavebných

ROZVOD ELEKTRICKEJ ENERGIE

Vydavateľ: MARKAB spol. s r.o., Žilina

Rok vydania: MMXIV

Vydanie: prvé

Náklad: 100 ks

Rozsah: 7,52 AH

© Marek Roch, Marek Höger

Texty tejto publikácie neprešli jazykovou
úpravou.

ISBN 978-80-89072-67-5

